This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

65504 x

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD STOR
F601 .L71 1870
Ueber Gahrung, uber Quelle der Muskelk
24503294394

Ueber

Gährung,

über

Quelle der Muskelkraft

und

Ernährung.

Von

Justus von Liebig,
Vorstand der k. bayer. Academie der Wissenschaften.

(Aus den Annalen der Chemie und Pharmacie besonders abgedruckt.)

Leipzig und **Heidelberg.**
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1870.

LANE

MEDICAL LIBRARY

Gift of:

Dr. Sadie D. Patek

AMERICAN BANK NOTE CO. LITHO.

Ueber

Gährung, Quelle der Muskelkraft und Ernährung.

Ueber

Gährung,

über

Quelle der Muskelkraft

und

Ernährung.

Von

Justus von Liebig,
Vorstand der k. bayer. Academie der Wissenschaften.

Leipzig und **Heidelberg.**
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1870.

LANE LIBRARY

(Aus den Annalen der Chemie und Pharmacie besonders abgedruckt.)

LANE LIBRARY

Vorrede.

Man könnte denken, dafs ein Mann, der seine erste wissenschaftliche Arbeit vor bald einem halben Jahrhundert veröffentlicht hat, sich an den Aufgaben, welche gegenwärtig den Geist der Naturforscher beschäftigen, nicht weiter betheiligen, sondern ihre Lösung füglich der jüngeren Generation überlassen sollte. Im Allgemeinen mag dieſs auch richtig sein; doch wenn ich in den Fragen, welche den Gegenstand dieser Abhandlungen ausmachen, das Wort ergreife, so dürfte mich vielleicht der Umstand rechtfertigen, dafs sie von mir ursprünglich gestellt worden sind, und dafs zuletzt die Erscheinungen, auf die sie sich beziehen, fortdauernd mein lebhaftes Interesse in Anspruch genommen haben.

Es ist wohl selbstverständlich, dafs es für die Entwickelung einer experimentalen Wissenschaft nicht genügt, Thatsachen aufzusuchen und zusammenzuhäufen, sondern dafs ihr Fortschritt wesentlich auf den Ideen beruht, die sich an die gewonnenen Thatsachen knüpfen, und so macht sich denn in jedem Forscher das Bedürfniſs geltend, die von ihm gemachten Beobachtungen mit den bereits be-

80351

kannten in Verbindung zu bringen und zu Begriffen zu erheben.

Diese Begriffe nehmen die Form von Erklärungen oder Theorien an, deren Nutzen darin besteht, daſs in ihnen eine ganze Anzahl zerstreuter Thatsachen oder Erscheinungen durch einen gemeinschaftlichen Ausdruck in Zusammenhang gebracht sind, so zwar, daſs an die Stelle derselben einfache Begriffe treten, die sie zu Schlüssen, überhaupt zu Gedankenoperationen brauchbar machen, was sie, einzeln für sich, als Thatsachen nicht sind.

In der Regel ist der Vorgänger, der eine Naturerscheinung zum Gegenstande einer Theorie gemacht hat, in der ungünstigen Lage, daſs er von der ganzen Summe der zur Erscheinung gehörenden Thatsachen nur eine beschränkte Anzahl kennt, und daſs er, was noch schlimmer für ihn ist, viele mangelhafte Beobachtungen, die er für richtig hält, mit seiner Theorie in Verbindung bringt; die natürliche Folge ist, daſs im Verlauf ihrer Weiterentwickelung die gegebenen Erklärungen als unvollständig, ungenau und aus Bruchtheilen Irrthum und Wahrheit zusammengesetzt erkannt werden. Dieſs weiſs Jeder, der eine neue Theorie aufstellt und der mit der Geschichte der Entwickelung der Ideen in der Naturwissenschaft vertraut ist, im Voraus; aber das Bedürfniſs, weiteres Material für den Denkproceſs aus den Thatsachen zu ziehen, ist so unabweislich, daſs sich kein Forscher durch die Furcht, sich zu irren, abhalten läſst, seinen Theil für den Erwerb neuer Ideen beizutragen.

Alle Theorieen, die nur einen beschränkten Kreis von Naturerscheinungen umfassen, verfallen ausnahmslos, bis sie als Fälle eines allgemeineren Naturgesetzes erkannt

sind, einer steten Wandlung, und diese wird wesentlich durch die Berichtigung bekannter mangelhafter Beobachtungen und durch die Entdeckung neuer Thatsachen herbeigeführt.

Wenn unter diesen neuentdeckten Thatsachen solche sind, die der angenommenen Theorie widersprechen, so erwecken sie in der Regel eine dieser diametral entgegengesetzte neue Theorie und der Fortschritt nimmt jetzt die Form eines wissenschaftlichen Streites an, in welchem jeder Vertheidiger der einen oder anderen Theorie, auch wenn er im Kampfe unterliegt, seinen Theil zur endlichen Entscheidung und Begründung der richtigen Erklärung beiträgt.

Der sich erhebende Streit bewegt sich anfänglich um Schlufsfolgerungen, welche durch später aufgefundene Thatsachen als irrig sich erweisen, sodann um Geltendmachung neuer Erfahrungen, und häufig ereignet es sich, dafs die ursprüngliche Theorie von dem, was irrig in ihr ist gereinigt, ihren Platz behauptet, und dafs dann die neuen Thatsachen, welche sie zu widerlegen schienen, als Beweise ihrer Richtigkeit gelten.

Eine neue Theorie wächst immer aus der alten heraus, die letztere ist die Mutter der anderen; in ihrer Grundlage neue Theorien entstehen nur dann, wenn der Gegenstand der Erklärung ein anderer wird. Zu Stahl's Zeit war „das Feuer“ ein einfacher Begriff, zu Lavoisier's Zeit wurde es als ein zusammengesetzter erkannt; dieser Unterschied erzeugte die antiphlogistische Theorie.

Ich bin mit dem Beginne der Entwickelung der organischen Chemie in die Wissenschaft eingetreten, und hatte über 30 Jahre das seltene Glück, eine grofse Anzahl strebsamer und tüchtiger junger Chemiker, von denen viele

jetzt Zierden der Lehrstühle der Chemie in beinahe allen europäischen Ländern sind, um mich versammelt zu sehen; mit ihrer Hülfe, und ich muſs hinzufügen im Vereine mit meinem Freunde Wöhler gelang es uns, zahlreiche Untersuchungen auszuführen und eine Menge von Thatsachen festzustellen, welche zu den Grundlagen der heutigen organischen Chemie gerechnet werden.

Meine Theorien der organischen Radicale, über Aetherbildung, Gährung, Constitution der organischen Säuren, Muskelkraft u. s. w. sind im Grunde nichts Anderes als Abschlüsse unserer gemeinschaftlichen Arbeiten gewesen und dürften so ziemlich den Standpunkt bezeichnen, auf den wir damals gelangt sind.

Für mich persönlich sind diese Theorien Rechnungsablagen und insofern ein Bedürfniſs gewesen, als ich mich damit von Ideen ablöste, von deren Befreiung die Inangriffnahme anderer Aufgaben abhängig war. Damit in Verbindung stehen meine beiden Werke über die Anwendung der Chemie auf Agricultur und Physiologie und meine Thierchemie; zuletzt suchte ich durch eine Reihe von Abhandlungen, die unter dem Titel „Chemische Briefe“ erschienen sind, meine Ansichten noch näher zu erläutern, ohne mich von da an weiter um das Schicksal meiner Theorien viel zu bekümmern.

Ich bin immer der Meinung gewesen, daſs man Thatsachen, von deren Richtigkeit man überzeugt ist, vertheidigen müsse, daſs man aber seine Auslegung oder Erklärung derselben, wenn sie sich über die Berichtigung von Miſsverständnissen hinaus erstreckt, durch Eingehen in einen Streit nicht aufrecht erhalten dürfe, denn wenn man Recht behalten will, ist man immer in Gefahr, den

widersprechenden Thatsachen einen gewissen Zwang anzuthun, um sie in Uebereinstimmung mit seiner Meinung zu bringen.

In dieser Hinsicht genügt es vielleicht, darauf hinzuweisen, dafs ich die Bestreitung meiner Theorie der Gährung durch Pasteur zehn Jahre lang unbeachtet gelassen habe und seit eben so viel Jahren mit keinem Worte den neuen Theorien über die Quelle der Muskelkraft, der Fettbildung u. s. w., die gegen meine Ansichten gerichtet waren, entgegengetreten bin.

In ganz gleicher Lage befand ich mich der Agriculturchemie und den von mir in den Jahren 1839 und 1840 entwickelten Ernährungsgesetzen der Pflanzen und Thiere gegenüber; aber es giebt für Jeden, dem es Ernst um die Wissenschaft ist, eine Grenze, wo es ihm als eine Pflicht erscheint, für das persönlich wieder einzutreten, was er für wahr hält, und diese Grenze ist erreicht, wenn der Irrthum den Sieg davon getragen hat und kaum ein Zweifel noch laut wird, dafs er die Wahrheit sei. Bis dahin, wo noch Hoffnung ist, dafs ein Anderer die Ansicht vertritt, die man für richtig hält, kann man schon Zuschauer bleiben.

In dieser Weise war es meinen Ansichten über den Feldbaubetrieb, über die Ursachen der Erschöpfung der Felder und die Bedingungen der Wiederherstellung ihrer Fruchtbarkeit ergangen; in den 16 Jahren, die zwischen der 6. und 7. Auflage meines Buches liegen, war meine Lehre so gut wie zu Grabe getragen, sie wurde von der grofsen Mehrzahl der practischen Landwirthe für vollkommen widerlegt gehalten, was wohl ganz unzweifelhaft daraus entnommen werden dürfte, dafs eine der berühm-

testen wissenschaftlichen Gesellschaften ihre grofse goldene Medaille meinen beharrlichsten Gegnern zur Besiegelung ihres Triumphes über die Mineraltheorie verliehen hat. Mit der Veröffentlichung der 7. Auflage meiner „Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“ ist von einer Widerlegung meiner Lehre nicht mehr die Rede, und die jüngere, wissenschaftlich weit höher stehende Generation der Landwirthe begreift es nicht mehr, dafs so viel Hader und Zank über Wahrheiten war, die ihnen jetzt als selbstverständlich gelten.

Ich bin sehr im Zweifel darüber, ob man dem inneren Kerne meiner Ansichten über Gährung, Muskelkraft, Fettbildung und Ernährung, auf den es doch allein ankommt, eine gröfsere Beachtung schenken wird, als sie bisher von Seiten der Chemiker, Physiologen und Aerzte gefunden haben und ob es möglich sein wird, schon jetzt über gewisse Theile dieser Erscheinungen zu festen Grundsätzen zu kommen.

Man kann den Werth einer Theorie nicht nach der Aufnahme bemessen, die sie in der Gegenwart findet, weil die Zeit, in der sie wirksam wird, wesentlich davon abhängig ist, ob die Begriffe, die in ihr eingeschlossen sind, in die Richtung der Bewegung der Wissenschaft fallen oder nicht.

Diese Richtung ist nicht etwas Zufälliges, sondern wird durch die naturgemäfse Entwickelung der Wissenschaft bestimmt, sie kann vorübergehend, aber nicht auf die Dauer beeinflufst werden, und so kann denn eine Theorie, welche den Arbeiten der Gegenwart keine Hülfe leistet, auf Beachtung keinen Anspruch machen; ihre Wirkung bleibt darum nicht aus, denn diese hängt davon ab, dafs

sie gesunde Wurzeln hat; wenn ihr diese nicht fehlen, so wächst sie in die Wissenschaft durch die jüngere Generation hinein, die keine durch Gewohnheit festgewordenen Irrthümer abzulegen hat und für neue Ansichten empfänglicher ist.

In der Wissenschaft findet kein Stillstand statt, und wenn in der Gegenwart der Boden für die Weiterentwickelung einer Theorie mangelt, so geschieht es in der Regel, dafs die alten traditionellen Ideen sich in einem Kreise, dessen Radius sich nicht verlängert hat, um die neuen herumbewegen; das Alte tritt alsdann in einem anderen Gewande wieder als etwas ganz Neues auf, und es stirbt erst dann ab, wenn die befruchtenden neuen Ideen in ihrem Wachsthum einen gewissen Umfang gewonnen haben.

In Beziehung zu den Chemikern sind manche meiner Theorien in eine Zeit gefallen, die für ihre Entwickelung nicht besonders günstig war; um dieſs zu verstehen, muſs man im Auge haben, daſs die organische Chemie seit 25 Jahren und länger, aus der analytischen in eine ganz andere, in die Periode der synthetischen Chemie eingetreten ist, die mit Wöhler's berühmter Entdeckung des künstlichen Harnstoffs begonnen hat. Niemals und zu keiner Zeit sind die Arbeiten der Chemiker an neuen und glänzenden Entdeckungen fruchtbarer gewesen, und was meine und meines Freundes kühnste Träume in der Zukunft sahen, dieſs alles und weit mehr noch ist in der Gegenwart verwirklicht worden. Ueberreich an wichtigen Problemen und mit ihrer künstlerischen Lösung beschäftigt nehmen die Chemiker im Ganzen nur ein flüchtiges Interesse an Fragen, welche die Physiologie und Medicin berühren, woher es denn kommen mag, daſs in diesen Gebieten unsere

Erkenntniſs der chemischen Vorgänge in den Lebensprocessen sehr viel breiter, aber kaum tiefer geworden ist; der alte Eiweiſsbegriff in der Ernährung ist unverändert geblieben.

Ich glaube, daſs ein tieferes Eingehen in diese Processe jetzt eher zu hoffen ist, als früher, da die Scheidung des allzuumfassenden Gebietes der Physiologie in eine chemisch-physikalische und morphologische sich allmälig vollzieht und einzelne eminente Forscher vorzugsweise und mit ihrer ganzen Kraft sich nur mit Aufgaben aus dem einen oder anderen dieser Gebiete befassen.

Durch die Chemie allein kann die Physiologie zu dem Range einer inductiven Wissenschaft erhoben werden und ihre wahre Bedeutung für die Therapie gewinnen; es ist zu erwarten, daſs die Physiologie alsdann zu der Medicin in ein ähnliches Verhältniſs treten wird, wie es die Agriculturchemie bereits angenommen hat gegenüber der Landwirthschaft, die zur Erzeugung ihrer Producte sich lebender organischer Wesen, der Pflanzen und Thiere bedient.

München, im Februar 1870.

Justus von Liebig.

I. Die Alkoholgährung.

Aus einer Reihe von Versuchen über das Verhalten der Hefe in der Alkoholgährung hat Pasteur vor neun Jahren (Ann. de Ch. et de Phys., III. Serie, Tome LVIII, p. 323) den Schlufs gezogen, dafs die von mir aufgestellte Erklärung der Wirkung der Hefe auf den Zucker einer jeden Grundlage ermangele. Ich hatte angenommen, dafs das Zerfallen der gährungsfähigen Materie in einfachere Verbindungen zurückgeführt werden müsse auf einen Spaltungsprocefs, der im Ferment bestehe, und dafs die Wirkung des Gährungserregers auf die gährungsfähige Substanz fortdauere oder ihr Ende finde mit der Dauer oder der Beendigung des im Fermente bestehenden Umsetzungsprocesses.

Die Umlagerung der Zuckeratome im Zuckermolecul sei demnach eine Folge der Zersetzung oder Umlagerung eines oder einiger Bestandtheile des Fermentes, sie finde nur bei Berührung beider statt.

Die Ansicht Pasteur's über die Gährung ist folgende: „Der chemische Vorgang der Gährung ist wesentlich eine die Lebensacte der Hefe begleitende Erscheinung; sie fängt damit an und endigt damit; eine Alkoholgährung ohne gleich-

zeitige Organisation, Entwickelung und Vermehrung, d. h. ohne fortgesetztes Leben, findet niemals statt" (S. 359).

Pasteur betrachtet also die Gährung als einen chemischen Procefs, der einen physiologischen begleite und davon abhängig sei; die Lebensacte des Fermentes bedingten das Zerfallen des Zuckeratoms. Diese Ansicht hatte schon vor 20 Jahren ihre Vertreter gefunden, wie ich in meinen chemischen Briefen (XX. Brief) weitläufig auseinandergesetzt habe; die Natur der Hefe war mir zur Zeit, in der ich meine Ansicht über die Gährung entwickelte, wohl bekannt, aber der physiologische Procefs berührte nicht mein Gebiet; was ich versuchte war, den chemischen Vorgang der Zersetzung des Zuckers auf einen einfachen, alle ähnliche Processe umfassenden Ausdruck zurückzuführen.

Auf das, was ich zu erklären versuchte, nämlich die Spaltung der gährungsfähigen Substanz in Berührung mit der Hefenzelle, ist Pasteur nicht eingegangen, und indem er uns mit einem „Lebensacte" als den Grund der Gährung abfindet, setzt er an die Stelle einer Erklärung eine Thatsache, die für sich der Erklärung bedarf.

Von dem chemischen Standpunkte aus, den ich nicht aufgeben möchte, ist ein „Lebensact" ein „Bewegungszustand", und in diesem Sinne genommen steht die Ansicht Pasteur's nicht im Widerspruch mit der meinigen und ist keine Widerlegung derselben. Man beobachtet, so sagte ich, dafs die Hefe beim einfachen Aufbewahren unter Wasser sich verändert und zuletzt wie ein thierischer Stoff in Fäulnifs übergeht; dieser Vorgang hat einen Anfang, eine gewisse Dauer und eine Ende; diefs setzt voraus, dafs die Theile der Hefe sich in einem Zustande der Umlagerung, des Ortswechsels, das ist in einer Bewegung befinden, deren Ende ein Zerfallen in andere, einfachere Verbindungen ist, die sich beim

Abschlufs der Luft nicht weiter ändern; in diesem Falle, wo die eingetretene Bewegung aufhört, tritt ein Gleichgewichtszustand ein.

Dieser Bewegungszustand ist ganz unabhängig von der Mitwirkung anderer Körper; man beobachtet ferner, dafs eine ganze Anzahl von Substanzen, wenn sie in Berührung mit Hefe gebracht werden, eine Aenderung in der Anordnung ihrer Atome erleiden, die darin besteht, dafs sich neue Producte daraus bilden; Zucker z. B. verhält sich damit genau so, wie wenn er ein Theil oder Bestandtheil der Hefenzelle wäre, es findet eine Umlagerung oder Verschiebung der Zuckeratome statt.

Ich hatte die Wirkung, welche das Ferment auf den gährungsfähigen Körper ausübt, mit der Wirkung der Wärme auf organische Molecule verglichen; bei beiden wirke eine Bewegung auf die innere Anordnung der Atome ein. Essigsäure werde durch Wärme in Kohlensäure und Aceton, ganz ähnlich wie Zucker durch Hefe in Kohlensäure und Alkohol gespalten; die Kohlensäure in der Zersetzung der Essigsäure enthalte $^2/_3$ von dem Sauerstoff, das Aceton allen Wasserstoff der Essigsäure, ganz so, wie in der Gährung des Zuckers die Kohlensäure $^2/_3$ von dem Sauerstoff, der Alkohol allen Wasserstoff des Zuckers enthalte.

Die Entwickelung einer Pflanze, die Bildung und Vermehrung der Hefenpilze ist abhängig von der Gegenwart und Aufnahme von Nährstoffen, die im Inneren zu Theilen des lebenden Organismus werden; aber in dem Processe der Gährung findet, man kann so sagen, eine Wirkung nach Aufsen hin statt auf Stoffe, welche in Producte zerfallen, die von dem lebenden Organismus nicht verwendbar sind. Der vitale Vorgang und die chemische Wirkung sind offenbar zwei Erscheinungen, welche in der Erklärung auseinandergehalten werden müssen.

Der Ansicht, dafs auf der Entwickelung und Vermehrung der Hefenzellen die Zersetzung des Zuckers in der Gährung beruhe, stand die Thatsache entgegen, dafs die Hefe in reiner Zuckerlösung Gährung hervorbringt; die Hefe besteht zum gröfsten Theil aus einer stickstoffreichen und schwefelhaltigen Substanz, sie enthält aufserdem eine beträchtliche Menge phosphorsaurer Salze, und es war schwer zu verstehen, wie sich beim Ausschlufs beider in der gährenden, reinen Zuckerlösung die Anzahl der Hefenzellen vermehren könnten.

Dazu kam, dafs die Bierhefe noch auf viele andere Materien eine ähnliche zersetzende Wirkung wie auf den Zucker ausübt.

Ich habe gezeigt, dafs äpfelsaurer Kalk mit Bierhefe ziemlich rasch in Gährung übergeht, und dafs dieses Kalksalz in Kohlensäure und in drei andere Kalksalze, in essigsauren, kohlensauren und bernsteinsauren Kalk gespalten wird. Wenn die Wirkung der Hefe auf ihrem Wachsthume und ihrer Vermehrung beruht, so ist ihre Wirkung auf den äpfelsauren Kalk und andere pflanzensaure Kalksalze nicht leicht zu begreifen. Niemals ist bis jetzt in anderen Gährungen, als der Zuckergährung, die Bildung von Hefe, welche Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten vermag, beobachtet worden. Die Aepfelsäure, Citronensäure u. s. w. enthalten keinen Zucker, werden aber durch Bierhefe in ähnlicher Weise zersetzt wie der Zucker, und wenn ihre Wirkung auf dem physiologischen Procefs beruht, so müfste sie auch in diesem Fälle sich vermehrt und fortgepflanzt haben.

In gleicher Weise wird Salicin in wässeriger Lösung durch Bierhefe unter Bildung von Saligenin und salicyliger Säure zersetzt (H. Ranke), und wir wissen, dafs eine ähnliche Spaltung des Salicins durch Emulsin bewirkt wird,

ohne dafs nachweisbar ein physiologischer Procefs an dieser Spaltung betheiligt ist.

Das Emulsin wirkt auf Salicin und Amygdalin in gleicher Weise ein und seine zersetzende Wirkung läfst sich nach wenig Minuten in den neugebildeten Producten nachweisen; beim Salicin durch die violette Färbung von Eisenchlorid, beim Amygdalin durch die Bildung von Berlinerblau.

Bei der Zersetzung des Amygdalins durch Emulsin wissen wir, dafs das Wasser einen Antheil daran hat; es wird nur eine der Wassermenge, welche nöthig ist, um das erzeugte Bittermandelöl aufzulösen, entsprechende Menge Amygdalin zersetzt; ist mehr Amygdalin vorhanden, so bleibt es unverändert; setzt man alsdann Wasser zu, so wird eine neue Quantität zersetzt, bis bei hinreichender Wassermenge alles vorhandene Amygdalin verschwindet. In Mandelmilch von süfsen Mandeln, welche als eine concentrirte Lösung von Emulsin angesehen werden kann, tritt beim Zusatz von Traubenzucker nach einiger Zeit eine lebhafte Alkoholgährung ein.

Schreibt man in dem Falle der Zersetzung des Salicins durch Hefe dem physiologischen Procefs des Wachsthums und der Entwickelung des Hefenpilzes eine Wirkung zu, so bleibt die Wirkung des Emulsins auf Salicin unerklärt, und wenn wir bei diesem annehmen, der leicht veränderliche schwefel- und stickstoffreiche Bestandtheil der süfsen Mandeln, das Emulsin, habe die Zersetzung des Salicins bewirkt, so wissen wir, dafs auch die Hefe einen schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil enthält von grofser Veränderlichkeit. Beide, das Emulsin und die Hefe, haben ferner mit einander gemein, dafs sie mit Wasser zum Sieden erhitzt ihre gährungserregende Eigenschaft verlieren.

Wenn aber schwefel- und stickstoffhaltige Substanzen, wie das Emulsin, in Folge einer Aenderung in der Lage

ihrer Atome eine Wirkung auszuüben vermögen auf andere organische Molecule, so zwar, dafs diese in neue Producte zerfallen, so haben wir Grund zu vermuthen, dafs an der Wirkung, welche die Hefe auf den Zucker ausübt, ihre schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile einen ähnlichen Antheil haben, und wenn sich dieses herausstellt, so bliebe zu erklären, in welcher Beziehung der physiologische Procefs der Bildung der Hefe zu dem schwefel- und stickstoffhaltigen Körper steht, der offenbar erst dadurch, dafs er zu einem Bestandtheil der Hefe wird, seine ihm eigenthümlichen, gährungserregenden Eigenschaften gewinnt.

Es könnte sein, dafs der physiologische Procefs in keiner anderen Beziehung zu dem Gährungsprocefs steht, als dafs durch ihn in der lebenden Zelle der Stoff erzeugt wird, welcher durch eine ihm eigene Wirkung, ähnlich der des Emulsins auf Salicin und Amygdalin, das Zerfallen des Zuckers und anderer organischer Atome herbeiführt; der physiologische Procefs würde in diesem Falle nothwendig sein, um diesen Stoff zu erzeugen; aber mit der Gährung an sich würde er in keiner weiteren Verbindung stehen.

Ich habe in der Richtung dieser Fragen einige Versuche angestellt, die vielleicht beizutragen vermögen, diesen Vorgang aufzuhellen.

Ueber die Natur der Bier- und Weinhefe besteht kein Zweifel, sie ist eine Entwickelungsform verschiedener Pilzarten und besteht nach den mikroscopischen Untersuchungen von Dr. Lermer im ausgewachsenen Zustande aus der Zellenwand, dem der Zellenwand anliegenden Primordialschlauch, ferner aus einer körnig-schleimigen Substanz, dem Protoplasma und einer wässerigen Zellflüssigkeit, die in mehr oder minder grofsen Tropfen, Vacuolen, im Protoplasma liegt.

„Beim Verweilen unter destillirtem Wasser werden die Vacuolen auffallend vergröfsert und es reichen dann nicht selten ihre Grenzen bis an die Zellenwandung; im Zusammenhang damit steht die Aufquellung der Hefenzellen; beide Erscheinungen beruhen auf dem Procefs der Membrandiffusion, in Folge welcher nicht nur Wasser in die Zelle aufgenommen, sondern auch Flüssigkeiten des Zelleninhaltes an das Wasser abgegeben werden" (Lermer).

„Jodlösung färbt die Zellen nur schwach gelblich; Zucker und Schwefelsäure bringen eine kaum mehr unterscheidbare rosenrothe Färbung hervor, was wohl schliefsen läfst, dafs die Menge der Eiweifskörper durch die Einwirkung des Wassers bedeutend vermindert worden ist" (Lermer).

Ich bin im Zweifel darüber, ob die durch Wasser der Hefe entziehbare Substanz ein Eiweifskörper ist. Wenn 1 Liter frische breiartige Bierhefe etwa viermal nacheinander mit ihrem 6 bis 8fachen Volumen Wasser durch Decantiren ausgewaschen wird und man vertheilt sie jetzt zum fünftenmale mit 4 Liter Wasser, so nimmt dieses Wasser in 3 bis 4 Stunden nur geringe Mengen organischer Materie daraus auf, 1 Liter Wasser nicht über 350 Mgrm., und die gährungserregende Eigenschaft dieser ausgewaschenen Hefe scheint kaum geschwächt zu sein. Läfst man die ausgewaschene Hefe längere Zeit mit ihrem gleichen Volumen Wasser in Berührung, so vermehrt sich die organische Materie in dem Wasser, so zwar, dafs nach einigen Tagen das Wasser zehnmal mehr als das letzte Waschwasser enthält; 20 CC. dieses Wassers lieferten nach dem Abdampfen 78 Mgrm. Rückstand = in 1 Liter 3,9 Grm. Die organische Substanz, welche das Wasser allmälig aus der Hefe aufnimmt, scheint ein Product der Zersetzung von einem ihrer Bestandtheile zu sein; sie ertheilt bekanntlich dem Wasser sehr bemerkenswerthe Eigenschaften.

Löst man krystallisirten Rohrzucker darin auf, so verwandelt sich dieser in Traubenzucker; nach wenigen Minuten schon erhält man bei Zusatz der Fehling'schen Probe, noch ehe die Flüssigkeit die Siedehitze erreicht, eine starke Fällung von Kupferoxydul. Die Flüssigkeit hat eine sehr schwach saure Reaction, sie ist farb- und geschmacklos und giebt mit Bleiessig und Gerbsäure eine schwache, milchige Trübung; sie verliert ihre Durchsichtigkeit, wenn sie mehrere Tage an der Luft steht, unter Bildung eines weifsen, flockigen Niederschlages.

Um eine Vorstellung von der Stärke der Wirkung der organischen Substanz auf den Rohrzucker zu gewinnen, habe ich Rohrzucker in verschiedenen Verhältnissen in dem Hefenwasser aufgelöst und nach 24 Stunden die Menge des gebildeten Traubenzuckers bestimmt, und es zeigte sich, dafs 25 Grm. Rohrzucker in 100 CC. dieser Lösung über Nacht vollständig in Traubenzucker übergegangen waren; diese 100 CC. Lösung enthielten 0,39 Grm. organische Substanz; ich glaube, dafs in der nämlichen Flüssigkeit noch viel gröfsere Mengen Rohrzucker in Traubenzucker umgewandelt worden wären.

Wenn man diese Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, so verliert sie ihre Wirkung auf den Rohrzucker vollständig.

Ueber die Ursache der Wirkung des Hefenwassers kann wohl kein Zweifel sein; es enthält, wie sein Verhalten an der Luft und in der Siedehitze beweist, eine Materie im Zustande der Umsetzung, und es mufs von diesem Zustande der Bewegung die Umwandlung des Rohr- in Traubenzucker bedingt worden sein; die Rohrzuckertheilchen verhielten sich, wie wenn sie Theile oder Bestandtheile der sich umsetzenden stickstoffhaltigen Materie gewesen wären: sie gingen in eine neue Lagerung über. Die Berührung mit einer sehr geringen Menge dieser sich umsetzenden Substanz brachte die nämliche Wirkung, wie die Berührung mit Mineralsäuren, d. i.

wie eine starke chemische Verwandtschaft hervor. Wir kennen eine ganz ähnliche Erscheinung in der Wirkung, welche das Aethylaldehyd auf Cyan in wässeriger Lösung ausübt; eine sehr kleine Menge Aldehyd, dieser Lösung zugesetzt, bewirkt, dafs sich das Cyan geradeauf mit den Elementen von 2 Atomen Wasser zu Oxamid verbindet; das Aldehyd ist bekanntlich eine äufserst veränderliche Substanz. Es ist offenbar, dafs das Aldehyd, von dem ein Theil in einen acroleïnartigen Körper verwandelt wird, während dieses Ueberganges eine Wirkung ausübt, die darin bestand, dafs sich die Elemente des Cyans mit denen des Wassers in einer neuen Weise ordneten. Es ist neuerdings von Schmitt und Glutz beobachtet worden, dafs die Berührung mit starker Salzsäure die Ueberführung des Cyans in Oxamid in derselben Weise, wie die des Rohrzuckers in Traubenzucker bewirkt. Ebenso wird Salicin durch verdünnte Schwefelsäure in ähnlicher Weise gespalten, wie durch Emulsin.

In der Substanz, welche sich beim Keimen vieler Getreidesamen erzeugt, kennen wir einen stickstoffhaltigen Körper, der Stärkmehl in Traubenzucker und Dextrin spaltet; auch dieser Körper verliert in der Siedehitze diese Eigenschaft.

Das Emulsin wirkt auf Salicin und Amygdalin; Helicoïdin wird dadurch in salicylige Säure, Saligenin und Zucker, das Arbutin in Hydrochinon und Zucker umgesetzt; das Emulsin wirkt aber nicht auf Stärkmehl oder Rohrzucker.

Die Diastase wirkt auf Stärkmehl, nicht auf Amygdalin; die Substanz des Hefenwassers wirkt auf Rohrzucker, nicht auf Stärkmehl. Aehnlich wie diese verhalten sich noch eine Menge anderer organischer Stoffe : der gemischte Speichel wirkt auf Stärkmehl ähnlich wie die Diastase aus Gerste; er zerlegt Salicin in ganz gleicher Weise wie Emulsin in Zucker und Saligenin (Städeler); der pankreatische Saft enthält eine Materie, welche Stärkmehl in Zucker, aber auch Fette in Glycerin

und fette Säuren umwandelt. Das Pepsin gehört in dieselbe Classe von Verbindungen; alle sind stickstoffhaltig und haben die Eigenthümlichkeit miteinander gemein, dafs durch Siedehitze ihre Wirkungen aufgehoben werden, und dafs diese nach kurzer Zeit verschwinden, wenn sie sich selbst überlassen bleiben. Wir haben in diesen Materien Stoffe von der verschiedensten Zusammensetzung, welche ähnliche Wirkungen haben, aber jedem kommt eine ihm eigene Wirkung zu, zum Beweis, dafs diese in der Richtung verschieden ist.

Die Wirkung der Substanz im Hefenwasser auf den Zucker ist offenbar von der der Hefe selbst verschieden.

Von allen Chemikern, die sich mit der chemischen Untersuchung der Hefe beschäftigt haben, hat keiner die nämlichen Zahlen in der Analyse erhalten; Mitscherlich erhielt 47 pC., Schlofsberger bis 50 pC. Kohlenstoff; der erstere fand 10 pC., der andere bis $12^1/_2$ pC. Stickstoff.

In Versuchen, die in meinem Laboratorium ausgeführt wurden, erhielt Dr. Reichenbach in vier Bestimmungen in bei 100° getrockneter Hefe 34,57 pC. Kohlenstoff und 7,41 pC. Stickstoff; die analysirte Hefe war im feuchten Zustande sehr wirksam.

Die Zusammensetzung der Hefe wechselt, man kann sagen, von einem Tage zum anderen, und diefs ist wohl ein sicheres Merkzeichen der Veränderungen, die unausgesetzt in ihrer Substanz vor sich gehen.

Die Hefe enthält Schwefel als constanten Bestandtheil, sie entwickelt beim Faulen Schwefelwasserstoff; Mitscherlich fand darin 0,6 pC. Schwefel. Nach Bestimmungen in meinem Laboratorium enthielt eine untersuchte trockene Hefe 0,685 Schwefel, eine andere Hefe 0,568 (Reichenbach), eine dritte 0,387 pC. Schwefel (Dempwolff).

Der Gehalt an unverbrennlichen Bestandtheilen wechselt in der Hefe in eben dem Grade wie ihre verbrennlichen;

man erhält von trockener Hefe durchschnittlich 7 bis 8 pC. Asche, welche sehr reich an phosphorsaurem Kali ist. Dieses Salz ist offenbar in der Hefe in einer chemischen Verbindung, wie etwa in den Getreidesamen, enthalten, da es sich durch Auswaschen nicht entziehen läfst.

Zwei Hefenaschen ergaben folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	Mitscherlich
Phosphorsäure . . .	44,76	48,53	59,3
Kali	29,07	30,58	28,3
Natron	2,46	—	—
Kalk	2,39	2,10	12,5
Magnesia	4,09	4,16	
Kieselsäure	14,36	—	—
Chlor, Kohlensäure .	2,12	—	—
Eisenoxyd			
	99,25.		

Die Hefe enthält in ihrer Asche die nämlichen Bestandtheile und sehr nahe in demselben Verhältnisse wie der Roggen- und Waizensamen und nach Abzug der Kieselsäure wie die Gerste. Andere Pilze, wie die Trüffel und Morcheln, enthalten ein gröfseres Verhältnifs von Kali (O. Kohlrausch).

	Tuber cibarium	*Morchella esculenta*
Phosphorsäure . .	32,96	39,03
Kali	54,51	49,51
Kalk und Bittererde	22,83	18,48
Schwefelsäure . .	1,17	2,98.

In der Hefenasche ist die Abwesenheit der Schwefelsäure bemerkenswerth, sie erklärt sich vielleicht aus der überwiegenden Menge Phosphorsäure; die Asche des gewöhnlichen Champignons (Agaricus campestris) enthält 24,29 pC. Schwefelsäure, aber nur 15,43 pC. Phosphorsäure (Kohlrausch).

Die Pilze leben als Schmarotzer von organischen Stoffen, die in dem Organismus anderer Pflanzen erzeugt sind. Die Pilzsporen verhalten sich zu den abgestorbenen Gewächsen oder Thierüberresten oder zu Lösungen, die deren Haupt-

bestandtheile enthalten, wie die Blüthe eines jährigen Gewächses einer Getreideart z. B., welche nach vorhergegangener Befruchtung in dem sich bildenden Samen die in den Blättern, Stengeln und Wurzeln bereits vorhandenen Stoffe in der Form von Samenbestandtheilen ansammelt. In ganz gleicher Weise wandern die in abgestorbenen Pflanzenüberresten noch vorhandenen Proteïnsubstanzen, Phosphate und löslichen stickstofffreien Stoffe in den sich entwickelnden Pilz und empfangen durch die in ihm wirkende organische Thätigkeit die Form von Eiweifs, Legumin, Zucker, Mannit und Cellulose u. s. w. In vermodertem Eichenholz fand Schlofsberger (Ann. Ch. Ph. LII, 115) kaum Spuren an Phosphaten, die in dem darauf gewachsenen Schmarotzerschwamm (Daedalea quercina) in ziemlicher Menge sich vorfanden.

Die Veränderlichkeit der Hefe beim Aufbewahren ist bekannt genug; wenn sie im breiartigen Zustande mit Wasser bedeckt an einem kühlen Orte steht, so bemerkt man eine Gasentwickelung; das Gas ist kohlensaures Gas, frei von Stickgas.

In der breiartigen Hefe bilden sich trichterförmige Höhlungen, aus denen wie aus kleinen Kratern Gasblasen in die Höhe steigen; das meiste Gas löst sich aber in dem überstehenden Wasser auf und dunstet aus diesem ab.

Wenn man die Temperatur der feuchten Hefe erhöht, so wird die Gasentwickelung deutlicher, es entsteht ein Schaum auf der Oberfläche der Flüssigkeit; die in der Hefe schon bei gewöhnlicher Temperatur vor sich gehende Umsetzung wird in höherer beschleunigt.

Bei 30 bis 35° C. tritt eine wahre, beinahe stürmische Gährung ein, genau so wie in einer Zuckerlösung, die man mit einer genügenden Menge frischer Hefe versetzt hat; wenn das Gefäfs nicht geräumig genug ist und einen engen

Hals hat, so steigt die schaumige, gährende Masse leicht über; hat das über der Hefe stehende Wasser etwa das nämliche Volumen, wie die Hefe selbst, so entsteht während der Gährung der Hefe ein sehr dünner homogener Brei, der sich, wenn die Gährung beendigt ist, wieder scheidet in einen Absatz und in eine darüber stehende klare Flüssigkeit von gelblicher Farbe. Wenn keine Gasentwickelung mehr wahrnehmbar und die Flüssigkeit klar geworden ist, so ist die Gährung beendigt.

Ich habe bereits der Kohlensäure als eines der Producte dieser Hefengährung erwähnt, ein zweites flüchtiges Product ist Alkohol; beide sind bereits von Béchamp und Pasteur im Wasser, welches mit Hefe in Berührung ist, beobachtet worden; auch hatte Pasteur gefunden, dafs, wenn man sehr wenig Zucker mit viel Hefe gähren läfst, man alsdann mehr Alkohol erhält, als der zugesetzten Zuckermenge entspricht, und er schlofs daraus, dafs der Alkohol nothwendig von der Hefe geliefert worden sein müfste.

Pasteur erklärt diese Erscheinung in folgender Weise: „Die Bierhefe, welche beinahe gänzlich aus Zellen besteht, die ihre normale Entwickelung erreicht haben oder erwachsen sind, wenn man so sagen kann, wird in Berührung mit Zucker gebracht; ihr Leben fängt wieder an, sie sprofst. Diefs ist eine wohlbemessene Thatsache. Enthält die Flüssigkeit Zucker genug, so entwickeln sich die Knospen, sie assimiliren Zucker und die albuminöse Materie der Mutterzelle; sie erreichen in dieser Weise nach und nach das Volum, das wir an ihnen kennen. Diefs ist ein treues Bild der gewöhnlichen Gährungen. Wenn wir dagegen annehmen, der Zucker sei ungenügend, die ersten Sprossen in vollständige Zellen oder selbst in fertige, sichtbare Zellen überzuführen — so hat man in gewisser Weise es zu thun mit Mutterzellen, welche alle sehr junge haben, und da die äufsere Nahrung fehlt,

so leben die jungen Knospen auf Kosten der Mutterzellen“ (S. 419).

Die Gährung der Hefe für sich erklärt er wie folgt: „Das Leben der Hefe offenbart sich, sobald seine Bedingungen, Feuchtigkeit und Wärme, geeignet sind. Wie ein Same stets bereit zu keimen ist, so lebt die Hefe, wenn sie die nöthige Temperatur und Wasser hat, auf Kosten ihrer eigenen Substanz und ihr Leben offenbart sich in dem physiologischen Act, der ihr eigenthümlich ist: der Bildung von Kohlensäure, Alkohol, Bernsteinsäure und Glycerin. Bringt man diese Hefe mit Zucker in Berührung, so setzt sie ihr Leben fort, welches niemals unterbrochen ist; aber in diesem Falle vollendet sie ihre Gestaltungen mit einer sehr viel gröfseren, scheinbaren Energie, weil in derselben Zeit die Summe des Lebens und der Organisation weit zugenommen hat.“

Ich mufs bekennen, dafs ich nicht im Stande bin, mir eine klare Vorstellung von Pasteur's Ansicht über die Ursache der Gährung des Zuckers und der Hefe zu machen, wie sie in dem Vorhergehenden von ihm entwickelt ist; Herr Pasteur hat die Geschichte der Gährung mit einer Menge von interessanten Thatsachen bereichert, aber in Beziehung auf die Ursache des Zerfallens des Zuckers ist unsere Einsicht dadurch nicht gröfser geworden.

Es kann wohl nicht bezweifelt werden, dafs die Hefe, die sich in gährender Bierwürze entwickelt, eine gewisse Menge Zucker zur Bildung ihrer Zellenhaut verbraucht; wie aber der Uebergang von Zucker in Cellulose, von einem Kohlenhydrat in ein anderes mit weniger Wasser oder den Bestandtheilen des Wassers das Zerfallen eines anderen Theils des aufgelösten Zuckers zur Folge haben kann, diefs bleibt völlig unverständlich.

In einem seiner Versuche hatte Pasteur eine Lösung von 9,899 Grm. Zucker mit 20 CC. einer klaren, wässerigen

Abkochung von Hefe und einer Spur Hefe versetzt. Die Flüssigkeit ging in Gährung über, und die als Same zugesetzte Hefe hatte sich beträchtlich vermehrt. Nachdem der Zucker vollkommen zersetzt war, wurde die Hefe gewogen, ihr Gewicht betrug 152 Mgrm. Die Hefe enthält nach Pasteur im Mittel etwa $18^1/_2$ pC. Cellulose. Setzen wir statt diesen 20 pC. Zucker, so sind zersetzt worden : Zucker 9898 Mgrm. und verbraucht zur Bildung der Hefe 30 Mgrm. Zucker.

Es ist wohl kaum möglich, sich zu denken, dafs der physiologische Act des Ueberganges von 30 Mgrm. Zucker in die Substanz der Zellenwand der Hefe die Ursache sein kann von dem Zerfallen einer 327mal gröfseren Quantität Zucker in Kohlensäure und Alkohol oder Bernsteinsäure, Glycerin und Kohlensäure, in Producte, die keinen weiteren Antheil an dem Leben der Zelle nehmen.

Noch viel dunkler ist Pasteur's Erklärung der Gährung der Hefe für sich und der Bildung von Alkohol und Kohlensäure aus ihrer eigenen Substanz. Wenn die Hefenzelle in geeigneter Temperatur und Feuchtigkeit wie ein Same keimt und Sprossen treibt, so kann zur Bildung der jungen Zellen die Substanz der alten verwendet werden; diefs ist verständlich, woher aber der Alkohol und die Kohlensäure stammt, bleibt unerklärt. Die Wirkung der jungen Zellen kann immer nur die Wirkung der Substanz der alten sein, die sie zu ihrer Bildung aufgenommen haben.

Pasteur meint, dafs in der Hefengährung die Cellulose der alten oder Mutterzellen in Zucker verwandelt werde, von dem ein Theil zur Bildung der Zellenwand der sich entwickelnden Sprossen verwendet wird, ein anderer in Alkohol, Kohlensäure, Bernsteinsäure u. s. w. zerfallen müfste. Diese Ansicht liefse sich leicht durch Bestimmung der Cellulose und des Alkohols einer Prüfung unterwerfen. In eben dem

Verhältnifs als sich Alkohol bildet, müfste die Cellulose verschwinden.

Ich habe versucht, die Cellulose aus der Hefe nach Schlofsberger's Methode (Ann. Ch. Ph. LI, 205) darzustellen, es ist mir aber nicht gelungen, sie ganz stickstofffrei zu erhalten; durch abwechselnde Behandlung mit schwacher Salzsäure, um die eingebetteten erdigen Phosphate aufzulösen, dann mit Kalilauge in der Wärme wurden die im Wasser vertheilten Hefenzellen beinahe durchscheinend, unter dem Mikroscop zeigten sie aber stets einen körnigen Inhalt; auf dem Filter sahen sie wie ein dicker trüber Schleim aus, der nach dem Trocknen grau, faserig wie Papiermasse war. Ich überzeugte mich, dafs die Hauptmasse aus Cellulose bestand; sie löste sich in concentrirter Schwefelsäure ohne Schwärzung, und in dieser Lösung liefs sich, wenn sie mit Wasser verdünnt eine Zeitlang im Sieden erhalten worden war, leicht die Gegenwart von Traubenzucker erkennen. Auf 100 trockene Hefe berechnet erhielt ich nicht über 17 pC. Cellulose von der oben bezeichneten Beschaffenheit, meistens weniger. Ich glaube kaum, dafs die Hefe mehr wie 12 bis 14 pC. reine Cellulose enthält. Die von mir dargestellte Hefencellulose löste sich nicht in Kupferoxyd-Ammoniak.

Pasteur fand in drei Versuchen 17,77, 19,29 und 19,21, im Mittel 18,76 pC. Cellulose.

Die Bestimmung des in der Gährung der Hefe gebildeten Alkohols hat keine Schwierigkeit.

Die zu diesem Zwecke angewandte Hefe war wie alle Hefe, die zu meinen Versuchen diente, sogenannte Unterhefe aus den hiesigen Brauereien; sie wurde mit Wasser vertheilt und sodann mittelst eines sehr feinen Siebes von den mechanisch beigemengten Bier- und Hopfenresten befreit. Die durch das Sieb mit dem Wasser durchlaufende Hefe liefs

man absitzen, der Absatz wurde wieder zertheilt, mit dem zehnfachen Volumen Wasser gemischt und mit stets erneuertem reinem Wasser durch Decantation so lange ausgewaschen, bis das überstehende Wasser keine Färbung mehr zeigte. Beim Scheiden der Hefe vom Wasser setzt sich ein Theil leicht und schnell auf dem Boden ab, ein anderer bleibt sehr viel länger suspendirt; es ist nützlich, die vollständige Klärung des Wassers nicht abzuwarten, sondern die trübe Flüssigkeit abzugiefsen, sobald sich die Hauptmasse mit einem deutlichen Rande abgesetzt hat, was ziemlich rasch geschieht. Wenn diefs mehrmals nacheinander geschehen ist, so erhält man eine Hefe von sehr gleichmäfsiger Beschaffenheit, welche unter dem Mikroscope keine fremden Zellen erkennen läfst.

Das Klumpigwerden der Hefe beim Stehen unter Wasser wird verhütet, wenn man dem Waschwasser Anfangs etwas kohlensaures Kali zusetzt. Das Gährungsvermögen der Hefe wird dadurch nicht beeinträchtigt.

Ich habe erwähnt, dafs die Gährung der Hefe am Raschesten bei einer Temperatur von 30 bis 35° C. verläuft; nach 36 Stunden bemerkt man kaum noch eine Kohlensäureentwickelung.

Eine Temperatur von 60° tödtet die Hefenzellen; sie gehen, wenn sie im Wasser vertheilt dieser Temperatur ausgesetzt gewesen sind, nicht mehr in Gährung über und bringen auch in Zuckerwasser keine Gährung mehr hervor.

I. 1500 CC. feuchte, mit Wasser sorgfältig vertheilte Hefe, nach zwei übereinstimmenden Proben = 147 Grm. trockene Hefe lieferte nach 18 Stunden der Destillation unterworfen 14,792 wasserhaltigen Alkohol von 0,8472 spec. Gew. = 11,981 Alkohol.

II. 1200 CC. = 48,88 Grm. trockene Hefe lieferte, nach 36 Stunden destillirt, 6,188 Alkohol.

III. 1200 CC. = 91,5 Grm. trockene Hefe nach 24 Stunden 8,23 Alkohol.

IV. 1000 CC. = 79,22 Grm. trockene Hefe nach 18 Stunden 6,66 Alkohol.

V. 1000 CC. = 100,58 Grm. trockene Hefe nach 36 Stunden 13,9 Alkohol.

Wenn man den in diesen fünf Versuchen erhaltenen Alkohol rückwärts in Cellulose berechnet und mit der Cellulose vergleicht, welche in der Hefe enthalten ist, so ergiebt sich Folgendes. Ich lege dieser Berechnung die Bestimmungen des Cellulosegehaltes von Pasteur zu Grunde, welche im Mittel 18,76 pC. Cellulose ergeben haben; nach der meinigen beträgt der Cellulosegehalt der Hefe weniger.

In dem Versuch I wurden 147 Grm. Hefe der Gährung unterworfen, sie enthielt nach Pasteur 27,57 Cellulose, die in Zucker umgewandelt liefern könnten 15,7 Grm. Alkohol; sie hat wirklich geliefert 11,98 Grm. Alkohol, entsprechend 76 pC. von dem Gewichte der Cellulose in der Hefe, oder von 27,57 Grm. sollten zurückgeblieben sein 8,63 Grm. Cellulose:

	Hefe	Cellulose	sollte liefern Alkohol	hat geliefert Alkohol	Procente der Cellulose
I.	147,0	27,57	15,7	11,98	76 pC.
II.	48,8	9,16	5,2	6,18	118 „
III.	91,5	17,16	9,7	8,23	87 „
IV.	79,22	13,85	7,8	6,66	85 „
V.	100,58	18,86	11,26	13,90	120 „

Man bemerkt, dafs mit der Dauer der Gährung die gebildete Alkoholmenge zunahm; in den Versuchen II und V, in welchen die Gährung 12 resp. 18 Stunden länger dauerte, wurde im Verhältnifs mehr Alkohol erhalten, als in den drei anderen, und es ist wahrscheinlich, dafs wenn man diese längere Zeit in der geeigneten Temperatur der Gährung überlassen hätte, dafs auch bei diesen mehr Alkohol erzeugt worden wäre. Das Resultat dieser Versuche bleibt darum nicht minder entscheidend.

Wenn der Alkohol von der Cellulose der Zellenwände der Hefe geliefert wird, so müfsten in den Versuchen II und V nach der Gährung alle Zellen vollständig verschwunden sein, es hätten keine Zellen in dem Rückstande mehr nachweisbar sein dürfen; der Augenschein zeigt aber, dafs die Zellen in der Hefengährung nicht vermindert werden und nicht verschwinden.

Ich habe im Absatz vom Versuch V die Cellulose bestimmt; er wurde abwechselnd mit schwacher Kalilauge und verdünnter Salzsäure behandelt und durch häufige Decantation ausgewaschen, wobei ein Verlust nicht vermieden werden konnte; es blieben im Ganzen 11,750 Grm. Cellulose zurück.

Nach der mikroscopischen Untersuchung von Herrn Prof. Dr. Nägeli „gleichen die Zellen der Hefe, die ohne Zucker gegohren haben, in Gestalt und Gröfse genau den Zellen der gewöhnlichen Hefe; sie unterscheiden sich von letzteren dadurch, dafs sie 1) nicht mehr sprossen, 2) durch die derbere und dickere Zellenmembrane, 3) durch den körnigen und verminderten Plasmainhalt"; es sind abgestorbene Hefenzellen und der Vorgang der Hefengährung eine Zersetzung des Zelleninhaltes; bei dieser Gährung beobachtet man nicht den geringsten Fäulnifsgeruch.

Die über der gegohrenen Hefe stehende und durch Auswaschen des Rückstandes erhaltene Flüssigkeit giebt beim Erhitzen zum Sieden ein weifses Gerinsel, welches ganz das Ansehen von geronnenem Eiweifs hat; Barytwasser bringt darin einen weifsen Niederschlag von phosphorsaurem Baryt hervor; wird sie mit Alkohol vermischt, so lange sie noch davon getrübt wird, so scheidet sich eine syrupartige Masse ab und die darüberstehende klare gelbliche Flüssigkeit setzt nach der Entfernung des Alkohols kleine Krystalle ab, die gereinigt weiche perlmutterglänzende Blättchen darstellen; es ist gewöhnliches *Leucin*.

Die durch Alkohol fällbare Substanz ist reich an Stickstoff und enthält eine gewisse Menge Schwefel; nach dem Kochen mit starker Kalilauge bringt Zusatz von Säuren eine Entwickelung von Schwefelwasserstoff hervor. Der Rückstand von der Gährung der Hefe, der aus den abgestorbenen Zellen besteht, ausgewaschen und getrocknet, stellt eine braune, zähe Masse dar, in welcher der Stickstoff und Schwefel bestimmt wurde; vier

Bestimmungen ergaben 5,65, 5,79, 5,85, 5,48, im Mittel 5,64 pC. Stickstoff und 0,603, 0,489 und 0,493 pC. Schwefel. Die frische Hefe enthält 7,4 pC. Stickstoff, die gegohrene dagegen 1,76 pC. weniger; es ist klar, dafs in der Gährung der Hefe der stickstoffhaltige Bestandtheil derselben eine Zersetzung erfährt; ein grofser Theil davon wird löslich, ein kleinerer bleibt in den Hefenzellen. Aus letzterem läfst sich durch schwache Kalilauge ein dem Käsestoff ähnlicher Stoff ausziehen, der aus der alkoholischen Lösung durch Säuren in dicken Flocken gefällt wird; die Analyse ergab aber weniger Stickstoff, als der reine Käsestoff enthält, nämlich nur 11,39 pC. Stickstoff.

Es ist klar, dafs wenn nicht die Cellulose der Hefenzelle es ist, welche das Material zur Alkohol- und Kohlensäurebildung lieferte, dafs dieses von einem, dem Zucker identischen oder ähnlich zusammengesetzten Stoffe stammen mufs, der einen Bestandtheil des Zelleninhaltes ausmacht; und da dieser Stoff durch Auswaschen der Hefe nicht entziehbar ist, so mufs er nothwendig in Form einer festen Verbindung mit einem anderen Körper in der Zelle enthalten sein, welcher reich an Stickstoff und schwefelhaltig ist.

Wenn man den im Versuche V erhaltenen Alkohol rückwärts in Zucker berechnet, so entsprechen 13,9 Grm. Alkohol 27 Grm. Zucker ($C_{12}H_{12}O_{12}$); fügt man diesem Zucker die Cellulose in 100 Hefe zu, nach Pasteur 18,75, nach meiner Bestimmung 16,5 Cellulose, so erhält man in Summe 45,6 oder 43,5 pC. stickstofffreie Bestandtheile der Hefe; es würden demnach übrig bleiben 54,4 pC. oder 56,5 pC. stickstoffhaltige Bestandtheile, worin 7,41 Stickstoff; diefs giebt für diese Substanz 13 bis $13^1/_2$ pC. Stickstoff, etwa $1^1/_2$ bis 2 pC. weniger, als die Albuminate enthalten. Zieht man in Betracht, dafs die Hefe weniger als $16^1/_2$ pC. Cellulose in reinem Zustande enthalten mufs und eine gewisse Menge festes und flüssiges

Fett und einen bitteren harzartigen Stoff, wahrscheinlich vom Hopfen (Schlofsberger a. a. O. S. 198) an Alkohol abgiebt, so wird man keinen Fehler begehen, wenn man annimmt, dafs der stickstoff- und schwefelhaltige Körper in der Hefe entweder ein Albuminat selbst oder ein den Albuminaten sehr nahe stehender Körper ist; dafs er von einem Albuminate stammt, darüber kann kein Zweifel bestehen.

Ueber das Verhalten der Hefe in der Bierwürze besteht, wie ich glaube, keine Meinungsverschiedenheit; sobald sich vollkommene Hefenzellen gebildet haben, beginnt die Zersetzung des Zuckers, neben welcher unausgesetzt und bis aller Zucker zersetzt ist, die Hefenzellenbildung fortdauert.

Ich habe erwähnt, dafs die Spaltung des Zuckers begleitet ist von einer Zersetzung des Zelleninhaltes, von welchem ein stickstoffhaltiger Bestandtheil löslich wird und in die gährende Flüssigkeit übergeht; die letztere verliert an stickstoffhaltigen Bestandtheilen, wenn diese zu Bestandtheilen der Zellen werden, und gewinnt wieder einen Theil davon durch die Zersetzung des Zelleninhaltes.

Bereits im Jahr 1853 haben die Herren Graham, A. W. Hofmann und Redwood in ihren Untersuchungen über Gährung des Biers mit Rücksicht auf Steuerverhältnisse (Chem. Soc. Qu. J. V, 229) ermittelt, dafs eine gehopfte Würze von hellem Malz vor der Gährung 0,217 pC. Stickstoff, nach der Gährung 0,134 pC. Stickstoff gab; es blieben demnach nur 0,083 pC. des ganzen Stickstoffgehaltes der Würze in der Hefe, der Rest ging wieder in die gährende Flüssigkeit über oder blieb in derselben. Die zahlreichen Stickstoffbestimmungen des Bieres von Feichtinger (Ann. Ch. Ph. CXXX, 227) ergaben in den bayrischen Bieren einen constanten und durchschnittlich einen noch grösseren Stickstoffgehalt.

Nach den Erfahrungen in der Bierbrauerei vermehrt sich die der Würze zur Einleitung der Gährung zugesetzte Hefe

um das 18- bis 20fache, das heifst für 100 Hefe in breiartigem Zustand erhält man 1800 bis 2000 Hefe von derselben Beschaffenheit.

Bei der Gährung des Zuckers mit Hefe kann selbstverständlich keine Vermehrung der Hefe statthaben, denn in reinem Zuckerwasser fehlt es an dem zur Ernährung der Hefenzellen nothwendigen schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile.

Herr Pasteur hat sich über diesen Vorgang eine eigene Ansicht gebildet; er sagt: „Wenn man diese Dinge näher prüft, so überzeugt man sich, dafs in der Gährung der Zuckerarten bei Gegenwart von Albuminaten sich *nicht mehr*, sondern *eher weniger Hefe bildet*, *als in der Gährung von reinem Zuckerwasser*."

Wenn man unter *Vermehrung* der Hefe sich die Zunahme und Vermehrung von Hefenzellen denkt, so ist die Behauptung von Pasteur völlig unverständlich und mit den von ihm selbst ermittelten Thatsachen im Widerspruche.

In einem seiner Versuche hatte er 20 CC. einer wässerigen Abkochung von Hefe, welche 0,334 stickstoffhaltige Substanz enthielt, zu einer Lösung von 9,899 Grm. Zucker und dazu eine Spur Hefe gesetzt; die Flüssigkeit kam in Gährung und nach Vollendung derselben hatte sich 0,152 Grm. trockene Hefe erzeugt. Wenn man unter einer Spur Hefe 2 Mgrm. Hefe annimmt, so würde diese mithin um das 76fache vermehrt; 100 Hefe wurden zu 7600.

In seinen Versuchen mit Zuckerwasser und Hefe (S. 491) und zwar in dem mit A bezeichneten, liefs er 100 Grm. Zucker mit 4,625 Grm. Hefe vergähren; die Hefe wog nach der Gährung 3,230 Grm.; sie hatte mithin 30 pC. am Gewichte verloren; 100 Hefe wurden zu 70; in dem Versuche B wurden 100 Hefe zu 91.

Bei sehr viel Zucker und wenig Hefe nahm das Gewicht des Hefenrückstandes zu; die stärkste Zunahme hatte

er im Versuche F, in welchem er 100 Zucker mit 1,198 Grm. Hefe vergähren liefs; der Hefenrückstand wog 1,700; 100 Hefe wurden zu 142.

Vergleicht man die Gewichtszunahme des ersterwähnten Versuches, in welchem die Hefe um das 76fache, mit dem anderen, in welchem ihr Gewicht nur um 42 pC. vermehrt wurde, so ist der Unterschied aufserordentlich grofs und man versteht leicht den Grund; in dem ersteren war in der gährenden Flüssigkeit eine Materie vorhanden, die zur Ernährung und Fortpflanzung der Hefenzellen dienlich war, in dem anderen fand die Gährung in reinem Zuckerwasser statt.

Unter einer Vermehrung der Hefe kann nichts anderes gedacht werden, als eine Vermehrung der Hefenzellen; eine Zunahme von Hefenzellen setzt aber das Vorhandensein einer stickstoffhaltigen Substanz zur Bildung ihres stickstoffhaltigen Inhaltes voraus. In dem reinen Zuckerwasser ist aber keine stickstoffhaltige Substanz; es ist demnach unmöglich anzunehmen, dafs sich in der Gährung des Zuckers mit Hefe die Anzahl der wirksamen Hefenzellen vermehren könnte; die Gewichtszunahme mufs einen anderen Grund haben.

Zur Begründung seiner Behauptung ist aber Pasteur von ganz anderen Voraussetzungen ausgegangen. Wenn man nämlich eine vergohrene Zuckerlösung zur Trockne abdampft, so bleibt nach Behandlung mit einer Mischung von Aether und Alkohol (zur Entfernung der Bernsteinsäure und des Glycerins) ein Rückstand, welcher stickstoffhaltig ist und dessen Bestandtheile nach Pasteur von der Hefe stammen; er bezeichnet sie als „lösliche Theile“ der Hefe, welche während der Gährung an die Flüssigkeit treten; sie müssen, so sagt er, der Hefe, welche nach der Gährung bleibt, hinzugerechnet werden, um die wahre Gewichtszunahme derselben zu erhalten. In dieser Weise findet er im Versuche A, dafs die löslichen Theile der gegohrenen Flüssigkeit

2,320 Grm. betragen haben, und diese dem Hefenrückstand = 3,230 Grm. zugerechnet, findet er zusammen 5,550 Grm. Hefe, mithin 0,934 Grm. mehr, als er Hefe genommen hatte. Das Deficit von 33 pC. verwandelt er in dieser Weise in einen Ueberschufs von 20 pC. — Es ist ganz richtig, dafs die Flüssigkeit nach der Gährung einen stickstoffhaltigen Körper enthält, welcher von der Hefe geliefert worden sein mufste; dafs aber nicht alle Bestandtheile des Rückstandes, den diese Flüssigkeit nach dem Abdampfen hinterlassen, Hefenbestandtheile sind, dafür hat Pasteur selbst den überzeugendsten Beweis geliefert.

In dem §. V seiner Abhandlung, welche die Ueberschrift hat: „*Die Bernsteinsäure, das Glycerin, der Alkohol und die Kohlensäure sind nicht die einzigen Producte der Alkoholgährung*“ beschreibt er folgenden Versuch: er liefs 100 Grm. Zucker mit Hefe vergähren und er bestimmte in der gegohrenen Flüssigkeit die Bernsteinsäure, das Glycerin und die extractiven Materien.

Die zur Gährung verwendete Hefe wog 1,198 Grm., die extractiven Materien (frei von Bernsteinsäure und Glycerin) 1,130 Grm., die rückständige Hefe 1,700. Das Gewicht der extractiven Stoffe betrug mithin nur 38 Mgrm. weniger als das der verwendeten Hefe, und es ergiebt sich hieraus ganz von selbst, dafs weitaus der gröfste Theil dieses extractiven Rückstandes nicht von der Hefe geliefert worden sein konnte, es hätte sonst keine Hefe übrig bleiben können; es blieb aber mehr, als Pasteur verwendet hatte, zurück.

Die Gährungsversuche von Graham, Hofmann und Redwood dürften, wie ich glaube, noch in Betracht gezogen werden, um für die Beobachtung von Pasteur weitere Beweise zu liefern, dafs der gröfste Theil des Rückstandes nicht von der Hefe stammt. Sie erwähnen in der angeführten Arbeit, dafs sich bei der Gährung des Zuckers,

wie weit man diese auch treiben möge, neben Alkohol und Kohlensäure eine eigenthümliche Substanz bildet, und zwar in reinen Rohrzucker- oder Traubenzuckerlösungen so gut wie in Bierwürze. Eine Lösung von Rohrzucker in 7 Wasser in drei Versuchen mit $1^1/_2$, 3 und 6 Volumprocenten flüssiger Hefe versetzt, enthielt nach der Gährung beziehungsweise 4,4, 3,72 und 3,7 pC. dieser in ihren Eigenschaften an Caramel oder Glucinsäure erinnernden, nicht mehr gährungsfähigen Substanz; es war ein dunkelbrauner extractartiger Syrup von bitterem und etwas saurem Geschmack, und erwies sich als ein Gemenge verschiedener Stoffe, aber frei von Dextrin und Zucker, obwohl sie aus alkalischen Kupferoxydlösungen im Sieden Oxydul niederschlug.

Diese Rückstände sind allerdings vor der Wägung nicht mit Alkohol und Aether ausgewaschen worden, aber die Vergleichung ihres Gewichts mit dem der Hefenmenge zeigt augenscheinlich, dafs zwischen beiden keine Beziehung besteht; diese Rückstände sollten in einem gewissen Verhältnisse zunehmen mit dem Gewichte der Hefe, aber sie betragen für die doppelte und dreifache Hefenmenge nicht mehr wie für die einfache, und zuletzt reduciren weder Bernsteinsäure noch Glycerin die alkalischen Kupferlösungen.

Es kann demnach nicht gestattet sein, die nach der Gährung in der Flüssigkeit bleibenden extractiven Stoffe als Bestandtheile der Hefe in Rechnung zu nehmen und sie dem Hefenrückstand zuzurechnen, wie diefs von Pasteur geschehen ist.

In einer zuckerhaltigen Flüssigkeit, welche einen zur Ernährung des Hefenpilzes geeigneten stickstoff- und schwefelhaltigen Körper enthält, vermehrt sich die Anzahl der wirksamen Hefenzellen unter Umständen um das Tausend- und Mehrfache und der Gehalt an stickstoffhaltiger Materie nimmt in der Flüssigkeit ab. In einer mit Hefe versetzten Zucker-

lösung empfängt die Flüssigkeit während der Gährung von der Hefe eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Substanz; die Hefe nimmt dadurch an Wirksamkeit ab, sie zersetzt zum Zweitenmale mit Zuckerwasser in Berührung weniger Zucker. Ich habe gefunden, dafs wenn die nach der Gährung des Zuckerwassers übrigbleibende Hefe mit Wasser jedesmal ausgewaschen wird, nach ihrer dritten Verwendung neues Zuckerwasser nicht mehr in Gährung damit versetzt wird; unausgewaschen brachte sie, zum Fünftenmale verwendet, noch eine sehr schwache Gährung hervor, sie war aber alsdann völlig erschöpft.

Der Verlauf der Gährung von Zuckerwasser mit Hefe und der von Zuckerlösungen, welche stickstoffhaltige, zur Ernährung des Hefenpilzes geeignete Materien enthalten, ist demnach in Beziehung auf die Bildung und Vermehrung von Hefenzellen verschieden, und die Behauptung Pasteur's, dafs sich in beiden Fällen eben so viel Hefe bilde, im ersteren Falle der Gährung von reinem Zuckerwasser eher mehr als in dem anderen, entbehrt sonach einer jeden thatsächlichen Begründung.

Ich habe, wie Pasteur, gefunden, dafs wenn man zu 1000 CC. Zuckerwasser, welches 10 pC. Zucker enthält, 15 bis 20 CC. feuchte Hefe setzt, worin $3^1/_2$ bis 5 Grm. Trockensubstanz, dafs in diesem Fall nach der Gährung das Gewicht der rückbleibenden Hefe kleiner ist, als das der verwendeten Hefe in frischem Zustande; die Mischung geht bei diesem Verhältnisse in eine rasch verlaufende oft stürmische Gährung über, nach 3 bis 4 Tagen schon klärt sich die Flüssigkeit. Das Trübbleiben derselben kann als ein ziemlich sicheres Zeichen angesehen werden, dafs die Gährung noch fortdauert; diefs ist ein den Brauern wohlbekanntes Merkzeichen.

Meine Versuche bestätigen ferner die von Pasteur festgestellte Thatsache, dafs wenn man weniger Hefe zum

Zuckerwasser als das oben angeführte Verhältnifs zusetzt, dafs in diesem Falle das Gewicht der Hefe nach der Gährung nicht ab, sondern um 5, oft um 12 pC. zunimmt. Der Grund dieser Gewichtszunahme ist von Pasteur betont worden, und ich glaube, jetzt ganz bestimmte Beweise dafür liefern zu können; die Gewichtszunahme beruht auf dem merkwürdigen Verhalten der stickstoffhaltigen Materie, welche die Hefe während der Gährung verliert, als Nährstoff zur Bildung neuer Hefenzellen dienen zu können.

Man versteht jetzt leicht, wie und in welcher Weise die Hefe an Gewicht zunimmt.

Beim Beginne und einer gewissen Dauer der Gährung tritt ein Theil des stickstoffhaltigen Bestandtheils des Hefenzelleninhalts an die Flüssigkeit, welche noch reich ist an Zucker, und die restirende lebende Hefe verhält sich jetzt zu dieser Flüssigkeit wie frische Hefe, die man zu Bierwürze gesetzt hat; sie sprofst und es bilden sich neue Zellen, welche die aufgelöste stickstoffhaltige Materie zur Wiederherstellung des ursprünglichen activen Zelleninhaltes verwenden; indem diese neuen Zellen auf den Zucker wirken, tritt wieder stickstoffhaltige Materie aus, und diefs kann Monate lang so fortgehen.

Mit der Erzeugung frischer Zellen geht die Bildung neuer Zellenwände parallel, und da diese aus Cellulose bestehen, so vermehrt sich das Gewicht der Hefe um das Gewicht der hinzugekommenen Cellulose. Das Gewicht der Hefe nimmt zu, aber ihr relativer Stickstoffgehalt nimmt stetig ab.

Der eben beschriebene Vorgang läfst sich in folgender Weise versinnlichen. Wenn man 1 Liter zehnprocentiges Zuckerwasser mit 15 CC. feuchtem Hefenbrei vollständig vergähren läfst und filtrirt die über der restirenden Hefe stehende klare Flüssigkeit zwei- bis dreimal durch doppelte Filter, so ist darin keine Spur einer organisirten Substanz

nachweisbar. Wenn jetzt diese Flüssigkeit zur Entfernung des Alkohols zum Sieden erhitzt und eine Stunde lang im Sieden erhalten wird, so bleiben etwa 450 bis 500 CC. Flüssigkeit, worin, wie erwähnt, der stickstoffhaltige Körper ist, den die Hefe in der vorangegangenen Gährung abgegeben hat. Löst man in dieser Flüssigkeit 30 bis 40 Grm. Zucker auf und setzt, wenn sie bis auf etwa 20° erkaltet ist, eine Spur Hefe zu*), und überläfst sie in einer kleinen Flasche (die mit einer Caoutchouckapsel verschlossen und einer Gasleitungsröhre versehen ist, die in Wasser taucht) sich selbst, so bemerkt man nach 10 Stunden eine deutliche Gasentwickelung und am Boden einen sichtbaren Absatz von Hefe. Die Gasentwickelung nimmt fortwährend zu, und nach 3 bis 4 Tagen beträgt die erzeugte Hefe im feuchten breiartigen Zustande 450 bis 600 Mgrm. Nach 8 bis 10 Tagen ist der Zucker vollkommen verschwunden. Verfährt man mit dieser Flüssigkeit, die zum Zweitenmale gedient hat, wie mit der ersten, d. h. filtrirt man sie von der abgesetzten Hefe ab, dampft wieder zur Hälfte ein, setzt wieder Zucker und eine Spur Hefe zu, so wiederholt sich dieser Vorgang; es tritt wieder Gährung ein unter Bildung neuer Hefe.

In dieser Weise ist es mir gelungen, in einer und derselben Flüssigkeit viermal nacheinander Hefe von voller Wirksamkeit zu erzeugen, die sich also zu Zuckerwasser verhielt, wie frische Hefe.

Die einzige Vorsicht, welche man gebrauchen mufs, um des Gelingens sicher zu sein, ist die, dafs man nach der Vollendung der ersten und der folgenden Gährungen die abfiltrirte und eingedampfte Flüssigkeit mit kohlensaurem Kali genau neutralisirt; die gegohrenen Flüssigkeiten sind immer

*) Ich nehme dazu Hefenbrei von der Gröfse eines Stecknadelknopfes, den ich in 10 CC. Wasser vertheile; hiervon nehme ich 1 CC.

sauer und die vorhandene Säure vermehrt sich absolut in jeder der auf einander folgenden Gährungen, und relativ durch die in Folge des Abdampfens wachsende Concentration der Flüssigkeit.

Die Dauer der Gährung bei geringen Hefenmengen oder die sogenannte Nachgährung beruht also darauf, dafs der in Folge des Umsatzes in der Hefenzelle an die Flüssigkeit getretene stickstoff- und schwefelhaltige Bestandtheil derselben, der für sich das Vermögen nicht hat, den Zucker in Kohlensäure und Alkohol zu spalten, dieses Vermögen wieder gewinnt; und diefs geschieht dadurch, dafs er als Nährstoff zur Erzeugung neuer Hefenzellen dient und in der Zelle selbst die Form der Verbindung wieder gewinnt, in welcher er die Zersetzung des Zuckers hervorbringt.

Während der Gährung tritt in den Hefenzellen eine Theilung des stickstoffhaltigen Zelleninhaltes ein, ein Theil desselben bleibt in der unwirksam gewordenen Zelle in unlöslichem Zustande stets zurück, und diefs ist der Grund, warum die Wirkung der Hefe zuletzt eine Grenze hat. Wenn alle stickstoffhaltigen Bestandtheile austreten würden und die Fähigkeit behielten, immer wieder aufs Neue zur Erzeugung von Hefe zu dienen, so würde der Vorgang der Gährung ein wahres Perpetuum mobile darstellen, einer arbeitenden Maschine gleich, die in sich selbst die Kraft zur Arbeit stets wiedererzeugt.

In den beschriebenen Fällen der Gährung des Zuckerwassers mit ausgewaschener Bierhefe hat man so ziemlich ein Bild aller ähnlichen Gährungen; bei einem gewissen Verhältnifs Bierhefe verläuft die Gährung rasch und die Hefe nimmt an Gewicht ab; bei sehr wenig Hefe kann, wie in der Nachgährung der Weine, die Gährung Monate- oder Jahrelang dauern; in diesem Falle nimmt die Hefe an Gewicht zu.

Man kann sich denken, dafs der Vorgang in beiden Fällen gleich sei, und dafs nur die Menge der Hefe den

Unterschied mache; wäre aber die fortdauernde Zellenbildung eine nothwendige Bedingung der rasch verlaufenden Gährungen, so müfste die Anzahl der Zellenbälge und damit das Gewicht der Cellulose in einem ähnlichen Verhältnisse wie bei der langsamen Gährung zunehmen, aber das Gewicht der rückbleibenden Hefe nimmt in der rasch verlaufenden Gährung ab.

Wenn man von blofsen Meinungen absieht, so beschränkt sich unsere thatsächliche Kenntnifs von der Hefe und ihren Wirkungen auf Folgendes :

Die Hefe besteht aus Pflanzenzellen, die sich in einer Flüssigkeit entwickeln und vermehren, welche Zucker und ein Albuminat oder einen von einem Albuminate stammenden Körper enthält; die Hauptmasse des Zelleninhaltes besteht aus einer Verbindung von einem stickstoff- und schwefelhaltigen Körper mit einem Kohlehydrate oder Zucker.

In der Hefe tritt von dem Momente an, wo sie sich fertig gebildet hat und in reinem Wasser sich selbst überlassen wird, eine moleculare Bewegung ein, die sich in der Umsetzung der Bestandtheile des Zelleninhaltes äufsert. Das in derselben enthaltene Kohlehydrat (oder Zucker) zerfällt in Kohlensäure und Alkohol und ein kleiner Theil seines schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheiles wird löslich und behält die in ihm eingetretene moleculare Bewegung in der Flüssigkeit bei; in Folge derselben hat dieser Stoff das Vermögen, Rohrzucker in Traubenzucker überzuführen.

An diesem Vorgange nimmt kein Körper von Aufsen aufser Wasser Antheil.

Wenn einer Mischung von Hefe und Wasser Rohrzucker zugesetzt wird, so tritt zunächst dessen Umwandlung in Traubenzucker ein, und die durch die Zellenwände der Hefe eindringenden Zuckertheilchen verhalten sich in der Zelle selbst wie der Zucker oder das Kohlehydrat, welches ein

Bestandtheil des Zelleninhaltes ist, sie zerfallen in Folge der auf sie einwirkenden Thätigkeit in Alkohol und Kohlensäure (oder Bernsteinsäure, Glycerin und Kohlensäure); es tritt, wie man alsdann sagt, die Gährung des Zuckers ein.

Es ist bis jetzt kein wohlerwiesener Fall bekannt, in welchem sich Hefe ohne Zucker gebildet hat oder in welchem Zucker in Kohlensäure und Alkohol zerfallen ist ohne Gegenwart und Mitwirkung von Hefenzellen*).

Es ist von Schlofsberger beobachtet worden (Ann. Ch. Ph. LII, 118), dafs viele saftige Schwämme (z. B. Agar. russula etc.) in einer Flasche mit enger, aber nicht verschlossener Oeffnung aufbewahrt, ganz von selbst in geistige Gährung übergegangen, so dafs sich aus dem ausgepreßten Safte durch Destillation Alkohol gewinnen liefs; *es traten hierbei* echte Hefenzellen auf.

---

*) Es soll damit nicht gesagt sein, dafs es aufser dem organisirten Hefenferment kein anderes geben könne, welches Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten vermöge; ich glaube in dieser Beziehung die Aufmerksamkeit auf die höchst merkwürdigen Eigenschaften des von Ed. Schunck entdeckten Krappfermentes (Erdmann und Werther's Journ. f. pract. Chem. Bd. LXIII, 222) lenken zu sollen. Schunck zeigte, dafs im Krapp und seinen wässerigen Extracten sich in mäfsiger Temperatur ein Gährungsprozefs einstellt, in dessen Folge das Rubian zersetzt und eine Anzahl von neuen Verbindungen gebildet werden, unter denen das Alizarin besonders merkwürdig ist. Weder Hefe, noch Caseïn sind im Stande, das Rubian zu zersetzen, und Emulsin zeigt eine unvollkommene Wirkung. Das Krappferment, welches Schunck Erythrozym nennt, erhält man durch Fällung eines mit Wasser von 38° C. bereiteten Auszugs von Krapp mit verdünnter Salzsäure in Gestalt eines braunen flockigen Niederschlages; es bringt im zweiten Stadium seiner Zersetzung in Zuckerlösungen eine wahre Alkoholgährung hervor; er entdeckte bei dieser Gelegenheit Bernsteinsäure unter den Gährungsproducten (1854), die übrigens schon im Jahr 1848 in allen gegohrenen Flüssigkeiten von C. Schmidt in Dorpat aufgefunden und nachgewiesen worden war. (S. Handwörterbuch, Bd. III, 224.)

Die Bedeutung des pflanzlichen Organismus für die Erscheinung der Gährung scheint hiernach klar zu sein, insofern nur durch dessen Vermittelung ein Albuminat und Zucker in der Flüssigkeit, worin sich der Hefenpilz entwickelt, zu der eigenthümlichen Verbindung, oder wenn man will, in der losen Form vorübergehend zusammentreten können, in welcher allein sie als Bestandtheil des Pilzes eine Wirkung auf den Zucker äufsern; wenn der Pilz nicht mehr wächst, so löst sich das Band, was die Bestandtheile des Zelleninhaltes zusammenhält, und es ist die in demselben eingetretene Bewegung, wodurch die Hefenzellen eine Verschiebung oder Spaltung der Elemente des Zuckers und anderer organischen Molecule bewirken.

Wir kennen, wie erwähnt, eine ganze Anzahl von organischen Verbindungen, in welchen bei Gegenwart von Wasser eine Veränderung und Umsetzung beginnt, die eine gewisse Dauer hat und mit Fäulnifs endigt, und wissen, dafs andere organische Stoffe, die für sich einer ähnlichen Umsetzung nicht fähig sind, mit diesen in Berührung, eine ganz ähnliche Verschiebung oder Spaltung in ihren Moleculen erleiden, wie der Zucker in Berührung mit Hefe, ohne Mitwirkung einer vitalen Thätigkeit.

Wenn die Moleculararbeit oder der Umsatz des Zelleninhaltes aufgehoben wird, so hört damit auch ihre Wirkung auf den Zucker auf, und so kann z. B. in schwachem Kreosotwasser (Béchamp) oder einer schwachen Lösung von Carbolsäure (Dr. v. Pettenkofer) oder auch in Flüssigkeiten, welche wie Wein eine gewisse Menge Alkohol und Säure enthalten, die Hefe viele Monate lang ihre volle Wirksamkeit behalten.

Man versteht, dafs die Producte, die sich in der Gährung der Hefe für sich und in Berührung mit Zucker aus dem stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheil desselben bilden, nicht identisch sein können, da dem Zucker, der in die Zelle

eindringt, eine Gegenwirkung zugeschrieben werden mufs, durch welche die Richtung der Lagerung der Theilchen des stickstoffhaltigen Körpers eine andere wird; die Flüssigkeit, welche von frisch gegohrener Hefe abfiltrirt wird und reich an stickstoffhaltigen Substanzen ist, ist übrigens zur Zellenbildung sehr geeignet.

Ich habe erwähnt, dafs die Hefe, einer Temperatur von 60° C. ausgesetzt, ihr Vermögen, von selbst in Gährung überzugehen, verliert; in gleicher Weise verhält sich eine in voller Gährung befindliche zuckerhaltige Flüssigkeit; wird sie in einem Wasserbade bis auf 60° erwärmt, so ist die Gährung unterdrückt und sie stellt sich beim Erkalten nicht wieder ein. Das vortreffliche Verfahren Pasteur's, den Wein haltbar zu machen, indem man ihn bis auf 60° erwärmt, scheint mit diesem Verhalten der Wärme zur Hefe in Verbindung zu stehen.

Ich habe bemerkt, dafs die Hefe während des Faulens lange Zeit hindurch das Vermögen behält, in Zuckerlösungen Gährung hervorzubringen. Der Punkt, in welchem Fäulnifs eintritt, läfst sich leicht erkennen, wenn man der Hefe etwas Salpeterlösung zusetzt; wenn sie für sich oder mit Zuckerwasser gährt, bringt sie in dem Salpeter keine Veränderung hervor; sobald sie zu faulen beginnt, verwandelt sich das salpetersaure Salz in salpetrigsaures; eine Probe der Flüssigkeit mit Stärkekleister und Jodkalium versetzt giebt alsdann beim Zusatz von sehr verdünnter Schwefelsäure eine tiefblaue Färbung von Jodstärkmehl.

Ich habe eine Portion Hefe vom Beginne der Fäulnifs an fünf Wochen lang sich selbst überlassen und von vier zu vier Tagen Proben dieser faulenden Hefe zu Zuckerwasser gesetzt; auch nachdem sie in die stinkendste Fäulnifs übergegangen war, trat in diesen Mischungen Gährung ein, in welcher der üble Geruch derselben regelmäfsig verschwand.

Die Menge des gebildeten Alkohols nimmt übrigens ab und es entstehen neben Kohlensäure noch andere Producte, die ich nicht weiter untersucht habe.

In Beziehung auf die Bildung und Entwickelung des Hefenpilzes hat Pasteur eine Beobachtung gemacht, welche den bisherigen Ansichten eine neue Richtung gegeben hat.

Man glaubte bis dahin, dafs der Hefenpilz sich wie andere Pilze entwickele, welche als Schmarotzer ihre Hauptbestandtheile von Pflanzentheilen oder Thierüberresten empfangen, im Besonderen, dafs zu dessen Fortpflanzung und Vermehrung neben den Phosphaten ein Albuminat oder ein davon abgeleiteter Stoff nothwendig sei. Die Versuche von Pasteur scheinen aber aufser Zweifel zu stellen, dafs die Hefe sich fortzupflanzen vermag in Mischungen, welche weinsaures Ammoniak, Zucker und die Aschenbestandtheile der Bierhefe enthalten.

Es ist zu verwundern, dafs diese Entdeckung in einer besonderen Beziehung nicht mehr Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, da sie eine für die Pflanzenphysiologie sehr bedeutungsvolle Thatsache in sich einschliefst: die Bildung nämlich der Albuminate in den Pflanzen, über die wir kaum mehr als Vermuthungen haben; sie ist bis jetzt als eines der grōfsten Räthsel in der organischen Natur angesehen worden.

Wir haben die organischen Säuren in den Pflanzen, die Oxalsäure, Aepfelsäure, Citronensäure u. s. w., als Zwischenglieder angesehen zwischen der Kohlensäure, dem Zucker, Stärkmehl, Cellulose u. s. w., welche den allmäligen Uebergang der Kohlensäure in einen Pflanzenbestandtheil vermitteln; aber für die Erzeugung der Albuminate in den Pflanzen finden wir in den Nährpflanzen, welche am Reichsten daran sind, keine stickstoffhaltige Substanz, aufser Ammoniak, an die wir ihre Bildung knüpfen konnten.

Dieses Problem schien durch die Versuche Pasteur's gelöst zu sein; denn wenn in einer Mischung von Ammoniak, Weinsäure, Zucker und Phosphaten die eingebrachten Hefenpilze sich fortpflanzen und vermehren können, so mufs sich nothwendig aus den Elementen dieser Mischung ein Albuminat gebildet haben, da einer der Hauptbestandtheile des Hefenpilzes ein Albuminat ist; in jeder der neu hinzugekommenen Hefenzellen mufs eine gewisse Menge neuerzeugter Albuminate vorhanden sein; ohne die Gegenwart desselben würden sich keine ächten Hefenzellen haben bilden bönnen.

Ich habe vor 25 Jahren in einer Note über die Entstehung des Albumins in den Pflanzen (s. Ann. Ch. Ph. LI, 287) die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dafs das Albumin in den Pflanzen möglicher Weise durch die Vereinigung von Ammoniak und Zucker und durch Austreten von Wasser und Sauerstoff entstehen könne :

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Zucker} & C_{48}H_{48}O_{48}\\ \text{Ammoniak} & H_{18}\ N_6\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{Proteïn} & C_{48}N_6H_{36}O_{14}\\ \text{Sauerstoff} & O_4\\ \text{Wasser} & H_{30}O_{30}\end{array}\right.$$
$$C_{48}N_6H_{66}O_{48} \qquad\qquad C_{48}N_6H_{66}O_{48}$$

Die als Proteïn hier aufgeführte Substanz enthält die nämlichen Elemente in demselben Verhältnisse wie das Caseïn, den Schwefel des letzteren nicht eingerechnet, von dem ich allerdings nicht anzugeben weifs, in welcher Form er hinzugetreten ist.

Die Vorstellung der Erzeugung von einem Albuminate aus Ammoniak und Zucker hatte demnach für mich nichts Auffallendes, sie war mir eher befreundet, aber an die Bildung desselben in einem Pilze konnte ich wohl nicht denken, denn ohne Ausscheidung von Sauerstoff aus dem Zucker war sie nicht möglich; der Hefenpilz entwickelt sich aber beim völligen Abschlufs des Lichtes und bis jetzt ist eine Aus-

scheidung von Sauerstoff bei Pilzen noch niemals wahrgenommen worden.

Wenn man die Versuche genauer betrachtet, welche dem Hauptversuche Pasteur's vorhergegangen sind und die ihn darauf geleitet haben, so wird man einige Bedenken kaum unterdrücken können.

Pasteur hatte nämlich einer Zuckerlösung weinsaures Ammoniak zugesetzt und nach der Gährung derselben weniger Ammoniak in der Flüssigkeit vorgefunden, als er zugesetzt hatte, und er schlofs daraus, dafs das verschwundene Ammoniak eine Verbindung eingegangen und zwar zur Bildung von Hefe gedient haben müsse; die drei Hauptversuche, die er in Beziehung auf das Verschwinden des Ammoniaks angestellt hat, sind folgende :

I. 100 Grm. Zucker, aufgelöst in 1 Liter Hefenwasser, versetzte er mit einer Spur Hefe und überliefs die Mischung der Gährung.
Das Hefenwasser enthielt vor der Gährung 0,038 Grm. Ammoniak
Die gegohrene Flüssigkeit . . . 0,020 „ „
Es waren verschwunden 0,017 „ „

II. 100 Grm. Zucker, 10 Grm. frische Hefe wurden mit 0,200 Grm. weinsaurem Ammoniak versetzt.
Vor der Gährung befand sich in der Flüssigkeit 0,0185 Ammoniak
Nach der Gährung „ „ „ „ „ 0,0015 „
Es waren verschwunden 0,0170 „

III. 19,575 Grm. Zucker, 0,525 Grm. Hefe und 0,475 Grm. weinsaures Ammoniak.
In der Flüssigkeit waren vor der Gährung 0,088 Ammoniak
„ „ „ „ nach der Gährung 0,071 „
Es waren verschwunden 0,017 „

In diesen drei Versuchen verhielt sich die Menge des in der gährenden Flüssigkeit enthaltenen Ammoniaks wie 1 : 2 : 5, und es mufs doch ziemlich auffallen, dafs die Menge des verschwundenen nahe gleich war, 18 Mgrm. im ersten und 17 Mgrm. in den beiden anderen Versuchen; es ist ferner nicht wohl erklärbar, dafs in diesen drei Gährmischungen ein Theil von dem zugesetzten Ammoniak zur

Bildung eines stickstoffhaltigen Bestandtheiles gedient haben solle, während in der gegohrenen Flüssigkeit noch Stickstoffverbindungen rückständig bleiben, welche sich zur Ernährung von Hefenzellen vortrefflich und sicherlich weit besser als das Ammoniak eignen; ohne Ammoniakzusatz würde die Gährung in den drei Mischungen ganz denselben Verlauf gehabt haben.

Das Gleichbleiben des Ammoniakverlustes bei sehr ungleichen Mengen Ammoniak in der gährenden Flüssigkeit scheint eher auf einen gemeinschaftlichen Irrthum in der Bestimmungsmethode des Ammoniaks hinzudeuten; ich will aber dieser Vermuthung kein Gewicht beilegen. Die Feststellung der allerwichtigsten Thatsache, die Vermehrung der Hefe durch das in der Gährmischung vorhandene Ammoniak, ist nämlich von Herrn Pasteur ganz unbeachtet gelassen worden.

Es ist klar, dafs wenn er der einen von zwei Mischungen einer gewissen Menge Zucker und dem gleichen Volumen Hefenwassers und Spuren Hefe ein Ammoniaksalz zugesetzt hätte, so würde er in beiden Fällen einen Unterschied in der erzeugten Hefenmenge haben wahrnehmen müssen. Wäre das Ammoniak zur Erzeugung von Hefe verwendbar gewesen, so würde die Mischung mit dem Ammoniaksalz mehr Hefe haben liefern müssen, wie die andere ohne Ammoniak.

Die Fähigkeit des Ammoniaks, zur Bildung der Hefe zu dienen, ist also nicht daraus erschlossen worden, dafs durch seine Gegenwart die Hefenmenge vermehrt worden ist, sondern daraus, dafs die Bestimmung des Ammoniaks auf analytischem Wege in der gegohrenen Flüssigkeit einen Verlust ergab. Den allein gültigen Beweis für seine Ansicht, dafs das Ammoniak zur Erzeugung von Hefe gedient habe, ist Pasteur, wie erwähnt, uns schuldig geblieben.

Aus den Versuchen von Duclaux (Compt. rend. LIX, 450) sollte man schliefsen, dafs das Ammoniak auf die Bil-

dung der Hefe keinen Einflufs habe; er liefs 40 Grm. Zucker mit 15 Grm. Hefe und 1 Grm. rechtsweinsaurem Ammoniak vergähren und fand, dafs sich die Hefe von 2,501 Grm. auf 2,326 Grm., also um 8 pC. vermindert hatte, ähnlich wie in den Pasteur'schen Versuchen ohne Ammoniak. In allen Flüssigkeiten aber, worin sich Stoffe befinden, die zur Ernährung der Hefe geeignet sind, vermehrt sich die Hefe.

Ich will aber auf diese Betrachtungen kein weiteres Gewicht legen, sondern ich wende mich jetzt zu seinen Hauptversuchen, durch die er die Bildung von Hefe aus stickstofffreien Substanzen und Ammoniak direct dargethan zu haben glaubt.

Wenn man

10 Grm. Zucker,
100 CC. Wasser,
0,100 Grm. weinsaures Ammoniak,
0,075 bis 0,080 Grm. Hefenasche

mit einer Spur Hefe versetzt, so stellt sich in dieser Mischung in wenigen Stunden eine Kohlensäureentwickelung ein; der Zucker wird zum Theil zersetzt und die Hefe vermehrt; es waren verschwunden 0,0062 Grm. Ammoniak (= 5,2 Mgrm. Stickstoff) und die erzeugte Hefe wog 0,043 Grm., welche den Stickstoff des Ammoniaks, d. i. über 11 pC. Stickstoff enthalten mufste.

Pasteur hat den Verlauf dieses Versuches sehr genau angegeben, und man kann, wie ich glaube, mit ziemlicher Sicherheit aus seiner Beschreibung entnehmen, dafs im Wesentlichen sich keine Alkoholgährung, sondern eine wahre Milchsäuregährung eingestellt hatte; es war zwar Alkohol bemerklich gebildet worden, aber er ist von ihm nicht bestimmt worden, ich vermuthe, weil seine Menge zu gering war; es waren aber $4^1/_2$ Grm. Zucker zersetzt worden; der Zucker war zum grofsen Theile in eine organische Säure

verwandelt, deren Menge 0,597 Schwefelsäure äquivalent war; die organische Säure bestand zum grofsen Theil aus Milchsäure.

Ich habe diesen Versuch vielmal mit der gröfsten Sorgfalt wiederholt und bis auf die Bildung und Vermehrung der Hefe nahe die nämlichen Resultate, wie Pasteur, erhalten. Die einzige Veränderung, die ich mit den Mischungen vornahm, bestand darin, dafs ich die Flüssigkeiten zum Sieden erhitzte und in dem Gefäfse erkalten liefs, ehe die Hefe zugesetzt wurde. In einem anderen Falle nahm ich Zucker, der vorher auf 160° erhitzt worden war, bei welcher Temperatur er bekanntlich sein Gährungsvermögen nicht verliert*); auch ich fand, dafs sich nach 12 Stunden etwas Kohlensäure entwickelt und dafs der Zucker zum Theil in eine organische Säure übergeht, deren Natur ich nicht weiter bestimmte.

Ich habe von einer dieser Mischungen 25 Cm. abdestillirt und das spec. Gew. des Destillates bestimmt, es war 0,99968 und demnach von dem des destillirten Wassers kaum verschieden; mit Hülfe der feinen Probe von Lieben liefs sich aber Alkohol darin nachweisen.

Eine Zersetzung findet unter diesen Umständen zweifellos statt und auch eine Alkoholbildung, die wahrscheinlich der zugesetzten Hefe, so klein deren Menge auch war, entspricht; aber der ganze Verlauf hat keine Aehnlichkeit mit dem, der sich in einer Zuckerlösung einstellt, welcher man so viel stickstoffhaltige Materie zugesetzt hat, als dem Stickstoffgehalte von 0,100 Grm. neutralem weinsaurem Ammoniak = 15,2 Mgrm. Stickstoff entspricht; in einer Mischung z. B. von 100 CC. Zuckerwasser, worin 5 Grm. Zucker und 16 CC. einer Abkochung von frischer Hefe, tritt, nach Zusatz

*) Nach Analysen von Prof. Volhard, welche Prof. Nägeli veranlafst hat, enthält der anscheinend reinste, wasserhelle Kandiszucker stets nahe an $^1/_2$ pC. Stickstoff.

einer Spur Hefe, nach 8 Stunden eine deutliche Gährung ein, es entwickeln sich unausgesetzt, langsam auf einander folgend, Blasen von kohlensaurem Gas, und der Boden des Gefäfses bedeckt sich mit einer deutlichen, sehr weifsen Schicht von Hefe, deren Höhe zunimmt, bis aller Zucker zersetzt ist.

Ich weifs wohl, dafs ein negatives Argument in Forschungen dieser Art kein besonderes Zutrauen erweckt, denn, dafs man nicht erhält, was ein anderer behauptet erhalten zu haben, dazu gehört keine besondere Kunst, und es ist der Mangel an Uebung und Sorgfalt in der Ausführung schwieriger Versuche genügend, um widersprechende Resultate zu ergeben; ich habe aber, wie ich glaube, keine Vorsicht versäumt und auch Professor Nägeli, dem ich eine, genau nach Pasteur's Vorschrift dargestellte Mischung übergab, ist nicht glücklicher gewesen wie ich.

Betrachtungen anderer Art veranlafsten mich, diese Versuche abzubrechen und keine weitere Zeit damit zu verlieren *).

Man wird zunächst bemerken, dafs Pasteur den in seinem Versuche erhaltenen Absatz allerdings gewogen hat, ob aber die erhaltenen 43 Mgrm. ächte Bierhefe gewesen sind, dafür hat er keinerlei Beweise beigebracht; er hätte diesen Absatz mit Zuckerwasser in Berührung bringen müssen, um zu zeigen, dafs er in der That aus Torvula cerevisiae bestand, der Zucker hätte damit in Gährung versetzt werden müssen. Das Mikroscop ist ein sehr unzuverlässiges Werkzeug, um die wahre Natur von Dingen dieser Art festzustellen. Nach der im Verhältnifs überaus grofsen Menge Milchsäure, die sich aus dem Zucker in seinem Versuche gebildet hat, mufs der Same von Torvula cerevisiae Milch-

*) In Ammoniaksalzen von organischen Säuren tritt bekanntlich sehr häufig ganz von selbst und ohne dafs man ein Ferment zusetzt, eine Zersetzung durch Schimmelbildung ein.

säurehefe, d. i. Penicillium glaucum, erzeugt und sein Absatz daraus bestanden haben.

Es fällt sodann auf, dafs Pasteur Bierhefe erzeugt haben will in Mischungen, die keinen Schwefel enthalten; Bierhefe, die keinen Schwefel enthält, giebt es aber nicht; ihr Hauptbestandtheil ist eine stickstoffhaltige Substanz, welche eben so viel oder noch etwas mehr Schwefel als das Caseïn enthält.

Weder Zucker noch weinsaures Ammoniak enthalten Schwefel und auch die Hefenasche ist in der Regel ganz frei davon. Die von mir verwendete Hefenasche enthielt eine Spur Schwefelsäure, aber auch wenn diese Asche eine bemerkliche Menge Schwefelsäure enthalten hätte, so wäre die Annahme, dafs der Pilz die Fähigkeit besessen habe, die Schwefelsäure zu zerlegen, doch nur in dem Falle zulässig, wenn der Beweis klar vorläge, dafs sich in Pasteur's Mischungen wirkliche Bierhefe erzeugen liefse. Ich sehe diesem Beweise mit dem lebhaftesten Interesse entgegen, und wenn er Herrn Pasteur gelingen sollte, so werden wir um eine überaus wichtige Thatsache im Gebiete der Pflanzenphysiologie bereichert werden, dafs es entweder Bierhefe giebt, die keinen Schwefel enthält, oder dafs die Pilze die Fähigkeit besitzen, die Schwefelsäure zu zerlegen und aus dem Schwefel der Schwefelsäure, dem Ammoniak und den Elementen des Zuckers oder der Weinsäure ein Albuminat zu erzeugen, eine Fähigkeit, von der wir bis jetzt geglaubt haben, dafs sie nur den grünen Pflanzen unter der Mitwirkung des Lichtes zukomme.

Die Thatsache, dafs Pasteur in seinen Ammoniakbestimmungen aus den gegohrenen Flüssigkeiten weniger Ammoniak wieder erhielt, als er zugesetzt hatte, kann unmöglich als ein Beweis für die Meinung gelten, dafs dieses Ammoniak als Nährstoff zur Hefenbildung gedient habe; denn ich

wiederhole, dafs in *keinem einzigen Fall* von ihm die Bildung oder eine Vermehrung ächter Hefe in Folge des Ammoniakzusatzes zu einer gährenden Flüssigkeit constatirt worden *).

Ich habe häufig bei'm Austreiben von Ammoniak aus gegohrenen Flüssigkeiten durch Kochen mit gebrannter Magnesia, welche Pasteur dazu verwendet hat, weniger Ammoniak erhalten, als die Flüssigkeit enthielt; aber in diesem Falle war in der rückständigen Magnesia das fehlende Ammoniak nachweisbar, es hatte sich phosphorsaure Ammoniak-Bittererde gebildet in Folge der Anwesenheit von löslichen phosphorsauren Alkalien, welche in gegohrenen Flüssigkeiten niemals fehlen.

Die Frage, was aus dem Stickstoff der Hefe in der Gährung wird, hat Pasteur beschäftigt; er sagt: „In der Alkoholgährung bildet sich auf Kosten der Hefe nicht die kleinste Menge Ammoniak" (S. 380); damit steht allerdings im Widerspruche, wenn er auf der Seite vorher angiebt, dafs 1 Liter Wasser, welches die löslichen Bestandtheile der Hefe enthält, ihm 0,038 Grm. Ammoniak geliefert habe; ich finde, dafs alle gegohrenen Flüssigkeiten Ammoniak enthalten, aber allerdings nur eine sehr geringe Menge; es scheint, dafs der Stickstoff in einer anderen Form, zum Theil in der von organischen Basen austritt; Leucin konnte ich in den gegohrenen Rückständen nicht nachweisen, wahrscheinlich

*) Mein verstorbener Freund Pelouze hatte mir vor 9 Jahren die Resultate von Pasteur's Arbeiten über die Gährung mitgetheilt, und ich bemerkte ihm darauf, dafs ich mich vorläufig dadurch nicht veranlafst sähe, meine Ansicht über die Ursache der Gährung aufzugeben; wenn es möglich wäre, mit Hülfe von Ammoniak in gährenden Flüssigkeiten Hefe zu erzeugen oder zu vermehren, so würde die Industrie sich sehr bald dieser Thatsache bemächtigen und dieſs wollte ich abwarten; bis jetzt hat sich aber in der Fabrikation von Preſshefe nichts geändert.

weil dessen Menge zu gering war. Trimethylamin ist von Ludwig in allen von ihm untersuchten Weinsorten nachgewiesen worden, und ebenso hat Oser als constantes Product der Gährung des Zuckers mit Hefe eine sehr merkwürdige sauerstofffreie und stickstoffreiche Basis beschrieben; nach seinen Versuchen scheint diese Base ein constantes Product der Gährung des Rohrzuckers zu sein.

In den Weingegenden Frankreichs, wo Tausende von Hectolitern Wein zur Branntweinfabrikation der Destillation unterworfen werden, dürften die Rückstände derselben ein reiches Material zur Untersuchung der nicht flüchtigen Gährungsproducte und eine Quelle interessanter Entdeckungen darbieten, und wenn nach Pasteur auf 1 Liter Alkohol über 50 Grm. Glycerin in der Gährung gebildet werden, so liefs sich vielleicht aus diesen Rückständen Glycerin nicht ohne Vortheil darstellen.

Die neueren Untersuchungen über die Ursachen der Gährung und Fäulnifs bewegen sich im Wesentlichen in dem Kreise der Ideen von Turpin, Cagniard-Latour, Mitscherlich und Anderen, welche vor 30 Jahren den Geist vieler Physiologen beherrschten und die vor 10 Jahren von Pasteur wieder erweckt worden sind.

Als Resultat seiner mikroscopischen Untersuchungen der Biergährung und Essigbildung sagt Turpin: „Unter Gährung mufs man ein Zusammenwirken von Wasser und lebenden Körpern verstehen, die sich nähren und entwickeln durch Aufnahme eines Bestandtheils des Zuckers, indem sie daraus Alkohol oder Essigsäure abscheiden; eine rein physiologische Wirkung, welche anfängt und endigt mit der Existenz von Infusionspflänzchen oder Thierchen, deren Leben erst mit der totalen Erschöpfung der zuckerhaltigen nährenden Materie aufhört.“ (S. Ann. Chem. Pharm. Bd. XXIX, S. 100. 1839.)

Niemand wird im Stande sein, einen Unterschied in der Grundansicht von Turpin und der von Pasteur aufzufinden.

Indem Pasteur die Forschungen der Mikroscopiker im Gebiete der Gährungs- und Fäulnifsprocesse auf den alten ziellosen Pfad wieder lenkte, ist man dahin gekommen, das Allgemeine, das ist die Erscheinungen, die allen diesen Vorgängen gemein sind, gar nicht mehr zu sehen und ganz aufser Acht zu lassen; die Arbeiten haben sich in die Aufsuchung von lauter Einzelnheiten zersplittert; man ist dahin gelangt, in einem jeden dieser zahllosen Processe eine besondere Ursache aufzusuchen, und für die meisten derselben hat man in der That für jeden eine besondere Pilzspecies oder auch ein Thier aufgefunden, ebenso für manche Krankheiten, für Cholera etc., und der Höhepunkt, den wir glücklich erreicht haben, ist der, dafs wir gar nicht mehr begreifen, wie diesen Feinden gegenüber die organische Welt noch fortbesteht. Wenn wir die Forscher mit dem Mikroscop fragen, was denn das Milchsäure-, Buttersäure- u. s. w. Ferment eigentlich ist, so empfangen wir als Antwort den Namen einer Pilzspecies!

Es wird wohl Niemand den Nutzen mikroscopischer Beobachtungen bestreiten wollen, aber man sollte doch endlich zur Einsicht kommen, dafs man „Ursachen", auch mit Mikroscopen, nicht sehen kann; Beobachtungen dieser Art sind ganz geeignet, gewisse Dinge zu begrenzen, welche in einem Vorgange betheiligt sind, und die Forschung auf den Antheil zu lenken, den sie daran nehmen; wenn man aber meint, mit dem aufgefundenen, an sich nicht weiter bekannten Ding die Sache abgethan zu haben, so beweist man eben, dafs man den Werth der physiologischen Thatsachen verkennt.

Alle Fäulnifsfermente erzeugen, wenn sie sich selbst überlassen sind, aus ihren eigenen Elementen Buttersäure, und bringen in anderen Materien, die sich dazu eignen, Buttersäuregährung hervor, ganz so wie die Hefe, sich selbst überlassen, Alkohol erzeugt und in Zucker gebracht Alkoholgährung hervorbringt; und wenn die Hefe unter gewissen Umständen Milchsäuregährung anstatt Alkoholgährung hervorruft, so kann man mit vieler Wahrscheinlichkeit schliefsen, dafs sich in ihrer Substanz selbst Milchsäure und nicht Alkohol bildet. Das Salicin, ein Glucosid, spaltet sich mit Emulsin in Saligenin und Zucker, mit Hefe hingegen bei Gegenwart von kohlensaurem Kalk in Saligenin und Milchsäure. Es sind diefs, wie ich glaube, Fingerzeige, die uns hoffen lassen, durch richtig angestellte Versuche dem Grunde dieser Spaltungen etwas näher zu kommen.

Die Erzeugung der Bernsteinsäure und des Glycerins scheint auf eine Gährung zu deuten, welche neben der Alkoholgährung vor sich geht; sie ist offenbar analog dem Gährungsprocesse, in welchem aus Zucker Milchsäure und aus dieser Mannit und unter Umständen Buttersäure gebildet wird. Der Nachweis einer kleinen Wasserstoffgasmenge in der sich entwickelnden Kohlensäure könnte zur näheren Erklärung führen. Mannit und Glycerin unterscheiden sich nur im Wasserstoffgehalte.

Ich habe die Erscheinungen der Gährung und Fäulnifs von einem ganz anderen Standpunkte aus angesehen und ihre Ermittelung als die Brücke betrachtet, die uns zu einer genaueren Kenntnifs der Vorgänge im thierischen und pflanzlichen Organismus zu führen verspricht; ich sagte (Ann. Chem. Pharm. LXII, 263). „Wem könnte heutzutage die Bedeutung dieser Thatsachen für die Auffassung und Erklärung vieler vitalen Vorgänge verborgen geblieben sein? Wenn ein Wechsel des Ortes und der Lagerung der Elementartheilchen

thierischer Stoffe aufserhalb des Körpers einen ganz bestimmten Einflufs auszuüben vermag auf eine Menge organischer Substanzen, die damit in Berührung kommen, wenn diese dadurch zersetzt und aus ihren Elementen neue Verbindungen gebildet werden, und man in Betracht zieht, dafs zu den letzteren, nämlich zu den der Gährung fähigen, alle Stoffe gehören, welche Bestandtheile der Nahrung des Menschen und der Thiere ausmachen; wer könnte daran zweifeln, dafs diese Ursache in dem Lebensprocefs eine der wichtigsten Rollen übernimmt, dafs sie an den Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, wenn sie zu Fett, zu Blut oder zu Bestandtheilen der Organe werden, einen mächtigen Antheil hat! Wir wissen ja, dafs in allen Theilen des lebendigen Thierkörpers in jedem Zeitmomente ein Wechsel vor sich geht, dafs belebte Körpertheilchen austreten, dafs ihre Bestandtheile Fibrin, Albumin oder Leimsubstanz, oder wie sie sonst heifsen mögen, sich zu neuen Verbindungen ordnen, dafs ihre Elemente zu neuen Producten zusammentreten, und wir müssen unseren Erfahrungen gemäfs voraussetzen, dafs durch diese Thätigkeit selbst, an allen Punkten, wo sie stattfindet, je nach ihrer Richtung und Stärke, in allen Bestandtheilen des Blutes oder der Nahrung, die damit in Berührung kommen, eine parallel laufende Aenderung in ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung bewirkt wird, dafs mithin der Stoffwechsel selbst eine Hauptursache der Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, und eine Bedingung des Ernährungsprocesses ist, dafs mit jeder durch eine Krankheitsursache bewirkten Aenderung in dem Umsetzungsprocefs eines Organes oder einer Drüse, oder eines Bestandtheils derselben, die Wirkung dieses Organes auf das zugeführte Blut oder auf die Beschaffenheit des Secretes sich gleichfalls ändert, dafs die Wirkung einer Menge von Arzneimitteln auf dem Antheil beruht, den sie an dem Stoffwechsel nehmen,

dafs sie hauptsächlich dadurch, indem sie die Richtung und Stärke der in dem Organe vorgehenden Thätigkeit ändern, sie beschleunigen, verlangsamen oder aufhalten, einen Einflufs auf die Qualität des Blutes oder der Nahrung ausüben?"

II. Die Essiggährung.

Es ist behauptet worden, dafs in der Untersuchung physiologischer oder solcher Erscheinungen, in welchen wie in der Gährung ein chemischer und ein physiologischer Procefs nebeneinander sich vollziehen, die richtige Methode gebiete, die chemischen und physikalischen Gesetze in beiden zu ermitteln, und dafs Alles, was wir zu begreifen hoffen könnten, sich zunächst auf die Kenntnifs dieser Gesetze beschränke. Eine physiologische Erscheinung erklären, heifse demnach vor allem Andern festzustellen, welche physikalische oder chemische Gesetze Theil daran nehmen, und die weitere Forschung habe die Aufgabe, zu bestimmen, wie weit sich dieser Antheil erstrecke.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich versucht, den chemischen Vorgang der Gährungserscheinungen auf eine chemisch-physikalische Ursache zurückzuführen und die Aufmerksamkeit auf die Wirkung zu lenken, welche ein Stoff im Zustande einer Molecularbewegung auf einen zweiten hochzusammengesetzten ausüben müsse, dessen Theile, durch eine schwache Anziehung zusammengehalten, in einer gewissen Spannung sich befinden. Wenn die Molecularbewegung in dem einen Körper die Folge von freiwerdenden Spannkräften sei, so dürfte ihr eine Arbeitsleistung zugeschrieben werden, welche in der Verschiebung oder Spaltung der Elemente des anderen Körpers sich offenbare.

Diese Ansicht hat keine Vertreter gefunden, und es ist in der neuesten Zeit eine andere so ziemlich allgemein angenommen worden, welche den grofsen Naturprocefs der Rückverwandlung höherer organischer Wesen oder ihrer Theile in unorganische Verbindungen der Ernährung und dem Wachsthume niederer organischer Wesen zuschreibt, und so hat denn die alte Lebenskraft des vorigen Jahrhunderts im modernen Gewande, in der Erklärung selbst sehr einfacher chemischer Vorgänge wieder Boden gewonnen.

„Die Gährung", sagte Mitscherlich (s. Ann. Chem. Pharm. XLVIII, 126), „wird durch ein vegetabilisches, die Fäulnifs durch ein thierisches Wesen bewirkt", und es sind 26 Jahre nach Mitscherlich besondere Pilzspecies von Pasteur beschrieben worden, von denen die eine die Essigsäure-, eine andere die Milchsäuregährung, ein dritter und vierter Pilz die Schleimgährung hervorrufen; die Butter- und Weinsäuregährung, die sich den Fäulnifsprocessen nähern, seien hingegen durch Vibrionen bedingt.

Die Eigenschaften dieser belebten Fermente sind sehr eigenthümlich.

Der Essigsäurepilz ist nach Pasteur dem Milchsäurepilz so ähnlich, dafs beide häufig mit dem Mikroscope nicht unterschieden werden können; in reinem Zustande dargestellt sieht das Milchsäureferment übrigens auch wie Bierhefe aus (Compt. rend. XLV, 903. 1857). Die Wirkung dieser Fermente ist sehr mannigfaltig.

Die Essigsäure ist nach Pasteur das Product der Essigmutter, Mycoderma aceti; diese erzeugt aber auch Bernsteinsäure (Bull. de la Soc. chim. p. 52. 1862) und bringt, wie Thomson fand (s. Ann. Chem. Pharm. LXXXIII, 90), mit Zucker in Berührung auch Alkoholgährung hervor.

Phosphate und Alkalien sind nach Pasteur nothwendige Bestandtheile der Essigmutter; dagegen versichert Mulder (s. Ann. Chem. Pharm. XLVI, 24), dafs sie beim Verbrennen nicht die geringste Spur Asche hinterlasse.

Das Verhalten des Milchsäurepilzes ist noch merkwürdiger, denn seine Wirkung beschränkt sich nicht auf die Erzeugung von Milchsäure allein, sondern geht viel weiter; auch Buttersäure, Mannit, Schleim und sogar Alkohol können damit hervorgebracht werden (Compt. rend. XLV, 913. 1857).

Läfst man Zucker mit Bierhefe vergähren und, ohne die Hefe abzusondern, die gegohrene Flüssigkeit an der Luft stehen, so bildet sich auf ihrer Oberfläche eine Schimmeldecke, welche allmälig den Alkohol in Essigsäure überführt; eine Portion derselben mit Kreide und Zucker in Berührung verwandelt den Zucker in Milchsäure.

Das Milchsäureferment bringt, wie eben erwähnt, unter Umständen auch Buttersäure hervor, aber das eigentliche Buttersäureferment ist nach Pasteur ein Infusorium: es wandelt Zucker, Gummi und Milchsäure in Buttersäure um; atmosphärische Luft ist ihm feindlich; es wird durch Luftzutritt getödtet. Maddrell und Engelhard haben dagegen gefunden, dafs zweimal umkrystallisirter milchsaurer Kalk, dem also nur Spuren von *Milchsäureferment beigemischt war*, der Buttersäuregährung ganz ausgezeichnet fähig sei, und in einem besonders zu diesem Zwecke angestelltem Versuche im Widerspruche mit der Angabe Pasteur's beobachtet, *dafs durch Luftzutritt die Buttersäuregährung beschleunigt werde* (s. Ann. Chem. Pharm. LXIII, 86).

Nach Pasteur soll man das Buttersäureferment wie die Bierhefe säen können; er giebt an, dafs es in passenden Medien, z. B in Lösungen von Zucker, Ammoniak und Phos-

phaten, sich vermehre unter Bildung von Buttersäure. Wenn es sich aber mit dem Säen und Vermehren des Buttersäurefermentes verhält wie bei der Bierhefe, so scheint mir die Hoffnung auf einen besonderen Erfolg nicht sehr grofs zu sein. Die Beobachtungen über diese lebenden Fermente sind offenbar sehr oberflächlich und widersprechend, so dafs man nicht wohl sagen kann, man habe in den verflossenen 12 Jahren über die Natur und Wirkungsweise derselben eine bestimmtere Einsicht gewonnen.

Ueber den Antheil, den lebende Wesen an den Fäulnifsprocessen nehmen, spricht sich van den Broeck (s. Ann. Chem. Pharm. CXV, 79) sehr bestimmt in folgender Weise aus: „Die mikroscopische Untersuchung der fünf genannten thierischen Substanzen (Eiweifs, Eigelb, arterielles Blut, Galle und Urin von Hund und Ochsen) hat mir gezeigt, *dafs keine Beziehung bestehe zwischen der Fäulnifs derselben* und der Entwickelung und dem Wachsthume der Vibrionen."

In einem Stück Muskel tritt von dem Augenblick an, wo er von dem lebenden Körper getrennt ist, eine Veränderung ein, nach wenigen Stunden nimmt er eine saure Reaction an, es gerinnen die gerinnbaren Muskelsubstanzen, der Inhalt des Muskelrohres wird fester und nimmt ein trübes Aussehen und eine dickliche Beschaffenheit an. Der Muskel verkürzt sich und wird dicker, es tritt, wie man sagt, die Todtenstarre ein; nach einiger Zeit löst sich die „Starre", die saure Reaction nimmt zu, geht dann in eine alkalische über und man bemerkt die Erzeugung übelriechender Producte.

Wenn an der Bildung der ersten Producte, die sich in der Muskelsubstanz bis zum Eintreten der Todtenstarre erzeugen, organisirte Fermente keinen Antheil haben, und ich glaube nicht, dafs es einen Physiologen giebt, der ihnen einen Antheil zuschreibt, so ist es schwer zu verstehen, dafs die weiteren Veränderungen davon bedingt sein sollen.

Die Pilze und Vibrionen sind von der Natur in Beziehung auf ihre Entwickelung und Ernährung auf organische Materien angewiesen, und die Fälle, wo sie in gewöhnlichen Verhältnissen *nicht* in faulenden und verwesenden Stoffen wahrgenommen werden, sind selten genug, und so schwanken denn die Ansichten, je nachdem sie der eine Beobachter findet oder nicht findet, pendelartig hin und her; eine Entscheidung über ihre Rolle wird man aber von mikroscopischen Beobachtungen vergeblich erwarten.

Die Essiggährung, wenn man die Bildung der Essigsäure aus Alkohol mit diesem Namen bezeichnen will, ist von dem chemischen Standpunkte aus am Genauesten bekannt und untersucht.

Herr Pasteur hat uns belehrt, „dafs die Essigbildung ein Gährungsprocefs sei und von dem Pilz Mycoderma aceti bewirkt werde."

„Bei der Cultur der Mycoderma aceti auf alkoholischen Flüssigkeiten geht der Alkohol unter intermediärer Bildung von Aldehyd in Essigsäure über. Die Essigmutter wirkt nur, wenn sie mit der Luft in directem Verkehr steht, nicht wenn sie untergetaucht ist; als weitere Nahrung braucht sie Phosphate und Eiweifskörper." (Compt. rend. LVIII, 142. 1864.)

Wir haben bis jetzt geglaubt, über die Erzeugung der Essigsäure ganz im Klaren zu sein und dafs sie durch eine einfache Oxydation aus dem Alkohol entstehe.

Feinzertheiltes Platin, vermöge des an seiner Oberfläche verdichteten Sauerstoffs, verwandelt Alkohol in Aldehyd und Essigsäure.

Eine Menge organischer Materien nehmen, wie aus den schönen Untersuchungen Schönbein's bekannt ist, mit

Luft in Berührung Sauerstoff aus derselben auf, der eine Zeit lang ganz wie im Platin das Vermögen behält, andere Materien zu oxydiren. Man kann bekanntlich mit Terpentinöl, Aether, Aldehyd, Bittermandelöl, die man mit Luft geschüttelt hat, schweflige Säure in Schwefelsäure überführen; Indigtinctur ähnlich wie mit Chlorwasser zerstören; selbst schweflige Säure, und sehr viele feste organische Materien besitzen im Zustande der Sauerstoffaufnahme bei gewöhnlicher Temperatur das Vermögen, auf andere organische und unorganische Körper oxydirend zu wirken.

An festen organischen Substanzen, die sich im Zustande der Verwesung oder Fäulnifs befinden, ist diese merkwürdige Eigenschaft schon vor 30 Jahren von de Saussure (Bibl. universelle de Genève, Febr. 1834) beobachtet worden, und seine schönen Versuche sind es, wie ich glaube, werth, in das Gedächtnifs der Chemiker zurückgerufen zu werden.

„Wenn Dammerde oder der in verschiedenen Bodenarten enthaltene Humus, oder feuchte, in Gährung übergegangene Pflanzensamen in einer mit Sauerstoff gefüllten Glocke verweilen, so verwandelt sich dieses Gas allmälig in Kohlensäure.“ Diefs ist keine besonders auffällige Thatsache, aber die folgende ist es um so mehr. „Setzt man nämlich dem Sauerstoffgas Wasserstoffgas zu, so wird dieses Gas zu Wasser oxydirt.“ „Für je 2 Volumen Wasserstoffgas verschwindet 1 Volum Sauerstoffgas.“

„Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas und das durch Zersetzung von Wasser durch Eisen in der Glühhitze erzeugte Wasserstoffgas verschwinden nicht, wenn sie dem gewöhnlichen, mittelst Zink und Säure erhaltenen Wasserstoffgas in dem explosiven Gasgemenge substituirt werden.“ „Diese verwesenden Materien wirken in derselben Weise auf das Gemenge von Sauerstoff- und Wasserstoffgas ein,

wie reine Platinflächen, und solche Gase, welche die Platinwirkung hemmen, wie Kohlenoxyd oder ölbildendes Gas, verhindern auch hier die Verbindung."

Nichts kann hier wie ich glaube klarer sein, als dafs die Oxydation des Wasserstoffs in Berührung mit verwesenden Materien und Sauerstoffgas ein rein chemischer Procefs ist, der durch die Versuche von Schönbein näher erläutert und durch die Bildung von ozonisirtem Sauerstoff oder Wasserstoffsuperoxyd erklärt worden ist.

Die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure bei Gegenwart von alkalischen Basen in humushaltiger Ackererde beruht auf demselben Grunde.

Es ist offenbar, dafs verwesende Substanzen den Sauerstoff aus der Luft zu verdichten und in einen Zustand zu versetzen vermögen, in welchem er fähig ist, eine Verbindung mit anderen Stoffen einzugehen, die ohne Vermittelung der Sauerstoff anziehenden Substanzen sich bei niederen Wärmegraden nicht damit verbinden.

Denkt man sich an der Stelle des Wasserstoffs in den Versuchen von de Saussure Weingeistdampf in Berührung mit dem verwesenden Holze oder einer ähnlich wirkenden organischen Materie, so hat man die Erklärung der Essigsäurebildung aus Alkohol. In Folge der Oxydation seines Wasserstoffs wird der Alkohol zuerst zu Aldehyd, der für sich durch weitere Sauerstoffaufnahme in Essigsäure übergeht. Es ist bekannt, dafs die Theorie der Essigsäurebildung zuerst von Doebereiner durch seine Untersuchung: „das Verhalten des Platinmohrs zu Luft und Weingeistdampf", begründet worden ist, und dafs auf dieser Theorie das in Deutschland und anderen Ländern übliche, von Schützenbach im Jahr 1823 zuerst eingeführte Verfahren der Schnellessigfabrikation aus verdünntem Alkohol beruht.

In diesen Fabriken, deren nähere Beschreibung nicht hierher gehört, dienen Hobelspäne von Holz oder auch Holzkohle in groben Stücken als Vermittler des Oxydationsprocesses.

In der hiesigen Essigfabrik des Herrn Riemerschmied, einer der gröfsten und bestgeführten in Deutschland, empfängt der verdünnte Alkohol während des ganzen Betriebes keinen fremden Zusatz und aufser Luft und der Holz- oder Kohlenoberfläche ist kein fremder Stoff hierbei wirksam; dem frisch aufzugebenden verdünnten Alkohol wird nur etwas von dem Ablaufe der vorhergegangenen Operation, d. h. unfertiger Essig, beigemischt.

Auf meine an Herrn Riemerschmied gestellte Anfrage über die Mitwirkung der Mycoderma aceti an der Essigbildung empfing ich von ihm folgende Auskunft.

„Beifolgend eine Probe von einem Buchenholzspan aus der untersten Schichte eines Essigbilders, der *ununterbrochen seit 25 Jahren nach derselben Art und Weise im Betriebe ist.*"

„Andere Späne, seit 30 Jahren verwendet, sind mir gegenwärtig unzugänglich, lassen jedoch für die Essigbildung nichts zu wünschen übrig. So weit sie beobachtbar sind, erscheinen sie frei von Mycoderma aceti und sind besonders in den höheren Partieen des Ständers nur mit einem Ueberzug von Unreinigkeiten bedeckt, welchen das abtropfende Essiggut auf sie ablagert. Die Essigbilder von circa 1 Meter Durchmesser und $2^1/_2$ Meter Höhe nach Abzug der Aufgufs- und Sammelräume verarbeiten in 24 Stunden $2^3/_4$ bis 3,2 Liter absoluten Alkohol."

Aus der letzteren Angabe berechnet sich, dafs ein fortdauernd arbeitender Essigbilder in drei Tagen 1 Hectoliter Wein von 9 pC. Alkohol in Essig überführen könnte, in einem Jahre 120 Hectoliter Wein.

Wenn die Bildung von Essigsäure bedingt wäre von dem Wachsen und der Entwickelung der Essigmutter, so wird man wohl annehmen dürfen, dafs sich dieser Pilz in irgend einem Verhältnisse zur erzeugten Essigsäure vermehren müsse, bei Anwendung von Alkohol sowohl wie von gegohrenen Flüssigkeiten.

Diefs geschieht in der That bei Verwendung von Wein und in besonders hohem Grade bei gegohrener Biermaische, welche stickstoffhaltige Materie und Phosphate, die Nährstoffe der Mycoderma aceti, in reichlicher Menge enthält; ihre Bildung ist in den Essigfabriken, welche diese Biermaische zur Essigbildung verwenden, eine Quelle stets sich wiederholender Störungen, da die Zwischenräume der Holzspäne oder Kohlen in den Essigbildern, durch welche die Luft circuliren mufs, allmälig durch das Ueberwuchern der Essigmutter zuwachsen, in welchem Falle dann die Essigbildung aufhört.

Aber in dem verdünnten Alkohol, der in der Schnellessigfabrikation zur Essigbildung dient, sind die Nährstoffe des Essigpilzes ausgeschlossen und es wird Essigsäure erzeugt ohne Mitwirkung desselben. Enthält der Branntwein Amylalkohol, so entsteht gleichzeitig Valeriansäure, die man in dem Essig liebt.

Auf dem Holzspan, welcher 25 Jahre lang in der Riemerschmied'schen Fabrik zur Essigbildung gedient hat, war auch mit dem Mikroscope keine Mycoderma aceti wahrnehmbar; er hatte die braune Farbe von verwesendem Holze angenommen, aber die Structur war ganz unverändert.

Es ist ganz unbezweifelbar, dafs die Essigmutter die Oxydation des Alkohols zu Essig zu vermitteln vermag, aber diese Wirkung beruht nicht auf einem physiologischen Vorgange. Der Alkohol bedarf zu seinem Uebergange in Essigsäure nur Sauerstoff, den ihm die Mycoderma aceti aus ihrer

Substanz heraus nicht geben kann und nicht giebt. Die Analyse der Luft, welche die Essigbilder verläfst, beweist, dafs der zur Oxydation des Alkohols dienende Sauerstoff von der Luft genommen wird, und der einzige Antheil, den die Essigmutter an diesem Processe nimmt, kann nur darin bestehen, dafs durch sie diese Aufnahme vermittelt wird; sie ist nur durch diese chemische Eigenschaft wirksam und kann als lebende Pflanze durch eine ganze Anzahl todter Stoffe und Pflanzentheile vertreten werden *).

Aus diesen bekannten und wohlerwiesenen Thatsachen ergiebt sich, *dafs die Essigbildung aus Alkohol nicht bedingt ist durch einen physiologischen Proceſs; die Essigsäure ist nicht ein Product der Mycoderma aceti, sondern das Product eines Oxydationsprocesses.*

---

*) Die nach der Gährung von Bier und zuckerarmem Most, in dem Wein, im Verhältnifs grofse Menge zurückbleibende stickstoffhaltige Materie ist wegen ihrer grofsen Anziehung zum Sauerstoff eine Hauptursache der Verderbnifs und der Essigbildung im Wein.

In der Bierfabrikation sucht man durch Zusatz von Gyps zur kochenden Bierwürze den Gehalt an stickstoffhaltiger Materie im Ganzen zu verkleinern und durch eine sehr niedere Temperatur bei der Gährung die Essigbildung zu verhüten, was nicht vollständig gelingt.

In der Branntweinfabrikation aus Kartoffeln und besonders aus Mais, hat man seit einigen Jahren in der schwefligen Säure ein ganz ausgezeichnetes Mittel entdeckt, um die Ausbeute von Alkohol durch die Verhinderung der Essigbildung zu vergröfsern. In Oesterreich und Ungarn ist das Verfahren als Geheimnifs von einzelnen Fabrikanten zu hohen Preisen erworben worden. Man wendet eigene Apparate aus Gufseisen an, in denen Schwefelsäure mit Holzkohle erhitzt wird; die gebildete schweflige Säure wird im Wasser aufgefangen und mit diesem „Gaswasser" der Mais eingemaischt. Ein mäfsiger Gehalt an schwefliger Säure hat auf die Gährung der Bierwürze und die des Zuckers durch Bierhefe, wie ich mich selbst durch besondere Versuche überzeugt habe, so gut wie keinen Einfluſs.

Alle Zersetzungsprocesse organischer Materien lassen sich, wie ich glaube, in drei bestimmte Gruppen ordnen.

In die erste Gruppe gehört die Alkohol-, Milchsäure-, Buttersäuregährung und die Fäulnifs thierischer Substanzen; diese Processe verlaufen, wenn sie einmal begonnen haben, ohne weitere Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft.

Die zweite und dritte Gruppe umfafst die Essigsäure-, Salpetersäure- u. s. w. Bildung, ferner die Harngährung; in beiden nimmt der Sauerstoff der Luft einen ganz bestimmten bedingenden Antheil.

Die Eigenthümlichkeit der Harngährung oder einer Art von Harngährung ist zuerst von Gay-Lussac beobachtet worden; er fand, dafs frischer Harn in einem ganz damit angefüllten reinen Glasgefäfse monatelang sich unzersetzt erhält; enthält das Glas zur Hälfte Luft und Harn, so wird der Sauerstoff der Luft absorbirt und eine entsprechende Menge Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak umgewandelt; die weitere Zersetzung hat damit eine Grenze und beginnt erst mit der Erneuerung des Sauerstoffs wieder, bis zuletzt aller Harnstoff umgewandelt ist.

Mit der Zersetzung des Harnstoffs geht die Oxydation der gefärbten Harnbestandtheile parallel, und es bildet sich im Harn eine kleine Menge Essigsäure.

Das ganz Eigenthümliche in der Harngährung ist, dafs zwei Processe nebeneinander vor sich gehen, ein Oxydationsprocefs und ein Spaltungsprocefs; während ein oder mehrere Harnbestandtheile sich oxydiren, wirken diese im und wie es scheint, durch den Act der Oxydation auf den Harnstoff genau so, wie ein Ferment (wie z. B. die Bierhefe) auf Rohrzucker ein; der Harnstoff nimmt die Elemente des Wassers auf und spaltet sich wie der Zucker, ohne sonst Theil an den Oxydationsprocessen zu nehmen; Gährungen dieser Art

kommen übrigens auch bei thierischen Stoffen vor, wenn man während ihrer Fäulnifs den Zutritt der Luft nicht abschliefst.

Die Gährung des Dextrins in der Bierwürze bietet eine ganz ähnliche Erscheinung dar.

Ich habe Gelegenheit gehabt, in einer grofsen Reihe von Versuchen, welche Dr. Lermer in meinem Laboratorium angestellt hat, die Beobachtungen von Musculus bestätigt zu sehen, wonach durch die Wirkung der Diastase auf Stärkemehl nur ein Theil desselben in Zucker übergeführt wird.

Beim Einmaischen von Gerstenmalz wirkt ein grofser Ueberschufs von Diastase auf das darin vorhandene Stärkemehl ein; aber es wird im besten Falle nur die Hälfte der dem Stärkemehl entsprechenden Zuckermenge gebildet. Aus Malz, welches mit verdünnter Salzsäure 12 Stunden lang erhitzt 74 pC. Zucker gab, erhielt man beim Einmaischen bis zum Verschwinden aller Jodreaction nur 34 pC. Zucker. Eine mit Bierhefe versetzte Dextrinlösung geht nicht in Gährung über; bei einem Zusatz von Zucker zu dieser Mischung zersetzt sich aber ein grofser Theil des Dextrins ganz wie der Zucker in Alkohol und Kohlensäure *).

Der Einflufs der Bewegung, in welche die Zuckeratome durch die Wirkung der Hefe versetzt wurden, auf das Dextrin, auf welches die Hefe für sich nicht wirkt, scheint hier ganz evident zu sein; ehe das Dextrin in Alkohol und

*) 300 CC. einer Maische, welche 8,449 Grm. Zucker enthielten, wurden mit 10 CC. Hefe bei + 18° C. der Gährung überlassen; als nach sechs Tagen aller Zucker verschwunden war, wurde in der gegohrenen Flüssigkeit der Alkohol bestimmt; es wurden 17,65 Grm. Weingeist von 0,94 spec. Gew. = 6,942 Alkohol erhalten. Nach dem Zuckergehalte hätte die Flüssigkeit nur 4,817 Grm. Alkohol liefern sollen.

Kohlensäure zerfiel, mufste es in Zucker übergeführt worden sein *).

Aufser der Bierhefe und der Essigmutter, die leicht und in Menge gesammelt und in reinem Zustande dargestellt werden können, sind die anderen Fermente in ihren chemischen Beziehungen kaum gekannt; es ist zu hoffen, dafs bei eingehenderem Studium ihrer Eigenthümlichkeiten ihr Einfluſs auf die Bildung von Milchsäure oder Buttersäure u. s. w. in ähnlicher Weise erklärbar sein wird, wie die Zersetzung des Zuckers in der Alkoholgährung oder die Bildung der Essigsäure durch Mycoderma aceti.

Es liefse sich erwarten, dafs wenn chemische Ursachen oder Vorgänge die Wirkung der Hefenzelle in der Alkoholgährung bedingen, dafs äufsere chemische Einwirkungen einen gewissen Einfluſs auf den Verlauf der Gährung ausüben müssen.

Ueber den Einfluſs chemischer Agentien auf die Zuckergährung liegen bereits viele Beobachtungen vor, und obwohl manche Resultate, die ich erhielt, ebenfalls bekannt sind, so dürfte die Bestätigung derselben immerhin von einigem Interesse sein.

Eine Spur *Quecksilberoxyd* hebt die Wirkung der Hefe auf den Zucker völlig auf (Colin). Ganz auf dieselbe Weise

*) Aus 385 CC. Bierwürze aus der hiesigen Sedlmayer'schen Brauerei, welche 22,86 Grm. Zucker enthielten, wurden nach der Gährung 25,72 Grm. Destillat von 0,869 spec. Gew. = 18,0 Grm. Alkohol erhalten. Nach dem Zuckergehalte hätte nur 11,683 Grm. Alkohol erhalten werden sollen und der Ueberschufs könnte in beiden Versuchen nur von dem Dextrin geliefert worden sein.

Die Menge des in der Gährung zersetzten Dextrins scheint übrigens sehr abhängig von der Temperatur der gährenden Würze zu sein. Aus 500 CC. derselben Würze in dem Keller des Herrn Sedlmayer bei + 8° C. vergohren, wurden 13,897 Grm. Alkohol erhalten. Die Zuckermenge in der Würze betrug 28,125 Grm., woraus 14,37 Grm. Alkohol gebildet werden könnte.

wirkt Quecksilberoxyd auf Hefenwasser; setzt man demselben etwas frisch niedergeschlagenes rothes Oxyd zu, filtrirt ab und mischt das klare Filtrat mit einer Lösung von Rohrzucker, so wird dieser nicht in Traubenzucker umgewandelt.

Eine ganz gleiche Wirkung haben Kupferoxydsalze auf die Gährmischungen. Die Hefe nimmt das Kupfersalz auf und färbt sich grün, sie wirkt in diesem Zustande nicht mehr auf Zucker.

Eisenoxydsalze der Gährmischung zugesetzt färben die Hefe schmutzig gelb; nach 2 bis 3 Tagen entfärbt sich die Hefe wieder und es tritt sodann eine langsame regelmäfsige Gährung ein.

Um Wiederholungen zu vermeiden bemerke ich, dafs ich zu den folgenden Versuchen jederzeit Mischungen verwendet habe, welche 5 Grm. Zucker und die gleiche Menge ausgewaschene und aufgeschlämmte Bierhefe enthielten, und zwar so, dafs mit allen Zusätzen das Gesammtvolum stets 100 CC. betrug; der einen oder mehreren dieser Mischungen wurden verschiedene Materien zugesetzt, um ihre Wirkung auf den Verlauf der Gährung zu prüfen; eine blieb ohne Zusatz und diente zur Controle.

Wenn in den Mischungen die Gährung in gleichen Zeiten und Verhältnissen ungleich verlief, so liefs sich diefs leicht durch die Bestimmung des Zuckers am Ende des Versuches ermitteln; wurde in der Controlmischung, die keinen Zusatz erhalten hatte, weniger gefunden als in der oder den anderen, so war in diesen letzteren selbstverständlich die Gährung verlangsamt worden.

Zur Zuckerbestimmung diente in der Regel die Fehling'sche Probe und eine neue Methode mit Cyanquecksilber, welche sehr genaue Resultate giebt, die ich später beschreiben werde.

Kochsalz und Chlorkalium schienen die Gährung gleichmäfsig um etwas zu beschleunigen.

In den Gährmischungen mit den beiden Chlormetallen waren in 16 Stunden etwa $5^1/_2$ pC. Zucker mehr zersetzt worden.

Aetzkali, -Natron und Ammoniak in solcher Menge den Gährmischungen zugesetzt, dafs die Flüssigkeit stark alkalisch reagirte, hinderten die Gährung nicht; es dauerte aber viel länger, ehe sich eine Gasentwickelung bemerklich machte, da die freiwerdende Kohlensäure zuerst von diesen Alkalien in Beschlag genommen wurde, bis sie sich in doppelt-kohlensaure Salze verwandelt hatten.

Chloroform. — Durch Chloroform wird die Gährung auffallend verlangsamt.

Nach dem Zusatz von 30 CC. einer filtrirten klaren Lösung von Chloroform in erwärmtem Wasser, frei von suspendirten Tröpfchen, wurden die Mischungen 15 bis 18 Stunden der Gährung überlassen. Es waren zersetzt in der

	I.	II.	III.	
Gährmischung mit Chloroform	0,240	1,240	4,000	Grm. Zucker
Controlmischung	1,670	2,230	4,340	„ „

Die Gährmischung I. wurde nach 18 Stunden, die II. nach 15 Stunden, die III. nach 40 Stunden auf ihren Zuckergehalt untersucht.

Auf 100 Zucker in den Controlmischungen in derselben Zeit waren im Versuch I. in Gegenwart von Chloroform nur 14 pC., im Versuch II. nur 55 pC. Zucker zersetzt worden.

Das Chloroform löst sich nur in sehr geringer Menge im Wasser und wenn man sich das Chloroformwasser mit seinem gleichen Volumen Chloroformdampf gesättigt denkt, so macht diefs nur $^1/_3$ von dem Volumen der Gährmischung aus, und man ist wohl berechtigt, die Wirkung des Chloro-

form auf die Hefe als eine ziemlich mächtige zu bezeichnen. Wenige Tropfen Chloroform zu 100 CC. Gährmischung zugesetzt, hindern die Gährung vollständig.

Chinin. — Meine Versuche über die Wirkung des Chinins auf die Gährung bestätigen die Resultate, welche von Dr. Kerner und Anderen bereits erhalten worden sind; die Gährung wird durch kleine Mengen von Chinin verzögert, durch gröfsere ganz unterdrückt. Bei einem Zusatz von 0,2 Grm. schwefelsaurem Chinin enthielt die Gährmischung nach 48 Stunden noch 4,75 Grm. Zucker. In der Controlmischung hingegen waren die darin enthaltenen 5 Grm. Zucker völlig zersetzt.

Nicotin. — Das Nicotin in neutralen Lösungen scheint die Gährung etwas zu beschleunigen. Bei einem Zusatz von 0,5 Grm. salzsaurem Nicotin verhielten sich nach 14 Stunden die zersetzten Zuckermengen in der mit Nicotin versetzten und der Controlmischung wie 11 : 10; in der reinen Zuckerlösung war also $^1/_{10}$ Zucker unzersetzt geblieben; nach 36 Stunden wie $29^1/_2$: $26^1/_2$, was dasselbe Verhältnifs ist; die Beschleunigung schien demnach in beiden Proben die nämliche zu sein.

Strychnin. — Die Wirkung des Strychnins ist eigener Art; bei Zusatz von kleinen Mengen wird die Gährung anfänglich beschleunigt, später verlangsamt; die mit Strychnin versetzte Gährmischung entwickelte in den ersten 6 Stunden sehr viel mehr Gas als die Controlmischung; sie schäumt stärker und der Schaum erfüllt häufig das ganze Gefäfs und steigt leicht über.

In zwei Gährmischungen, von denen der einen 0,010 Grm., der anderen 0,100 Grm. salzsaures Strychnin zugesetzt waren, verhielten sich nach 4 Stunden die vergohrenen Zuckermengen zu der vergohrenen Zuckermenge der Controlmischung wie 15 : 14 : 13; nach 18 Stunden wie 24 : 24 : 25,7; es hatte demnach, wie es scheint, in den ersten vier Stun-

den eine Beschleunigung, in den folgenden eine Verzögerung der Gährung stattgefunden.

Die Verzögerung tritt noch entschiedener hervor, wenn der Strychninzusatz vergröfsert wird; bei einem Zusatz von 0,2 Grm. salzsaurem Strychnin waren zersetzt:

in der Strychninmischung . . 3,090 Grm. Zucker
„ „ Controlmischung . . . 3,680 „ „

Kreatin und *Kreatinin.* — Von diesen beiden Stoffen schien das Kreatin die Gährung zu verzögern, das Kreatinin dagegen zu beschleunigen; das Kreatin verwandelt sich hierbei zum Theil in Kreatinin.

Cyanwasserstoffsäure. — Es genügen aufserordentlich geringe Mengen Blausäure, um die Gährung zu verlangsamen und ganz zu unterdrücken.

In einer Gährmischung, der man 0,3 CC. verdünnte Blausäure, entsprechend 0,018 Grm. wasserfreier Säure, zugesetzt hatte, waren nach 16 Stunden zersetzt 0,60 Grm., in der Controlmischung hingegen 3,40 Grm. Zucker, also ungefähr 6mal mehr; bei mehr Blausäure tritt keine Gährung ein.

Die Wirkung der organischen Materie im Hefenwasser auf Rohrzucker wird durch Blausäure nicht gehindert. Wenn man Hefenwasser mit einigen Tropfen Blausäure und einer Lösung von Rohrzucker versetzt und einige Stunden stehen läfst, so findet sich in der Flüssigkeit eine gewisse Menge Traubenzucker; sättigt man die Flüssigkeit mit Quecksilberoxyd, filtrirt ab und erhitzt unter Zusatz von Natronlauge, so entsteht eine graue Fällung von metallischem Quecksilber. Die Eigenschaft, in alkalischer Lösung das Cyanquecksilber zu reduciren, kommt nur dem Traubenzucker und nicht dem Rohrzucker zu.

Die Blausäure besitzt aber dennoch eine bemerkliche Wirkung auf das Hefenwasser; es ist erwähnt worden, dafs

das Hefenwasser an der Luft stehend unter Sauerstoffaufnahme sich trübt und einen weifsen flockigen Niederschlag absetzt; häufig entsteht auch auf seiner Oberfläche eine Schimmelhaut. Diese Veränderung scheint durch die Blausäure gänzlich verhindert zu werden; mit einer Spur Blausäure vermischt bleibt das Hefenwasser wochenlang wasserhell und man bemerkt keinen Niederschlag und keine Schimmelbildung.

Die Verzögerung der Gährung durch Blausäure ist bereits von Schönbein beobachtet worden; bemerkenswerth für ihre Wirkung scheint zu sein, dafs die gährungserregende Eigenschaft der Hefe durch Blausäure nicht zerstört wird; Hefe, die mit ziemlich starker Blausäure längere Zeit in Berührung war, brachte nach der Entfernung der Blausäure durch Auswaschen eine ganz normale Gährung in Zuckerwasser hervor.

Es scheint sonach, dafs die Blausäure keine Zersetzung des Zelleninhaltes bewirkt und keine dauernde Verbindung mit einem seiner Bestandtheile eingeht, sondern dafs durch ihre Gegenwart, wie durch schwaches Kreosotwasser oder Carbolsäure, die in der Zelle vorhandene innere Bewegung gehemmt wird.

Bringt man Hefe mit wässerigem Wasserstoffhyperoxyd in Berührung, so wird dieses rasch unter lebhafter Entwickelung von Sauerstoffgas zersetzt, wie Schlofsberger bereits gefunden hat; beim Zusatz von Blausäure zur Hefe wird die zersetzende Wirkung derselben auf das Wasserstoffsuperoxyd aufgehoben; man bemerkt alsdann keine Gasentwickelung.

Dieses Verhalten erinnert an die merkwürdigen Beobachtungen Schönbein's über die Wirkung der Blausäure auf den Blutfarbstoff und auf fäulnifsfähige Materien; er fand bekanntlich, dafs frisches oder mit Wasser verdünntes Blut mit einer Lösung von Wasserstoffsuperoxyd vermischt, den

Gleichgewichtszustand der Bestandtheile dieser losen Verbindung in der Art stören, dafs sie rasch und unter Aufschäumen in Sauerstoffgas und Wasser zerfällt, und dafs durch Beimischung einer sehr geringen Menge Blausäure die zersetzende Wirkung des Blutroths gänzlich vernichtet wird; die Mischung wird alsdann dunkelschwarzbraun, ähnlich wie durch Schwefelwasserstoff.

Es ist bekannt, dafs reines farbloses Blutserum, von der Concentration wie im Blut, wochenlang an der Luft stehen kann, ohne in Fäulnifs überzugehen, während defibrinirtes Blut für sich, die Mischung also von Blutserum mit Blutkörperchen, sehr rasch in stinkende Fäulnifs übergeht.

Der Blutfarbstoff wirkt in diesem Falle, wie es scheint, auf das Blutalbumin ähnlich wie die Hefe auf Zucker ein.

Ein Zusatz von $^1/_{1000}$ Blausäure zum Blut unterdrückt die Fäulnifs desselben auf lange Zeit, ganz wie sie die Gährung des Zuckers verhindert.

Strychnin, Chinin, Pyrogallussäure, aufgeschlämmtes Quecksilberoxyd hindern die Wirkung des Blutfarbstoffs auf das Wasserstoffsuperoxyd nicht; auch nicht Chloroform und Chloralhydrat; das Chloroform färbt das mit Wasser verdünnte Blut bemerklich heller, Chloralhydrat umgekehrt sehr dunkel, auch in schwach saurer Lösung.

Thénard hat beobachtet, dafs frisches wohlausgewaschenes weifses Blutfibrin die nämliche Wirkung auf Wasserstoffsuperoxyd hervorbringt, welche Schönbein am Blutroth beobachtet hat; in einer wässerigen Lösung des Wasserstoffsuperoxyds bedeckt sich jede Fibrinfaser mit Gasblasen, welche bewirken, dafs sie sich an die Oberfläche der Flüssigkeit erheben.

Läfst man das Blutfibrin mit ein Paar Tropfen verdünnter Blausäure benetzt eine Stunde stehen, so wird seine

Wirkung auf das Wasserstoffsuperoxyd ebenfalls unterdrückt.

In dem Verhalten der Hefenzelle gegen chemische Agentien, gegen Strychnin, Chloroform, Chinin und Blausäure zeigt sich einige Aehnlichkeit mit der Wirkung, welche manche Arzneimittel auf gewisse Theile des lebenden thierischen Körpers ausüben, und sie dürften von diesem Gesichtspunkte aus einiges Interesse darbieten.

Für die Hefe als eine Pflanzenzelle ist es auffallend genug, dafs sie sehr nahe die chemische Zusammensetzung der thierischen Gebilde hat; der Hauptunterschied besteht in der Zellenwand, die bei der Hefenzelle aus einem stickstofffreien Stoffe besteht. Die unorganischen Bestandtheile sind die nämlichen und im grofsen Kali- und Phosphorsäuregehalt sehr ähnlich denen des Muskels; die Producte ihrer Fäulnifs sind von denen einer thierischen Substanz kaum verschieden.

Wir nehmen an, dafs in der lebenden Zelle im thierischen Körper unausgesetzt ein Umsatz, ein Stoffwechsel besteht, ganz wie in der Hefenzelle, und dafs die Wirkung vieler Arzneien auf den lebenden Körper, die des Chinins, Chloroforms, der Blausäure u. s. w. wesentlich auf dem Einflufs beruht, den sie auf den normalen Umsatz äufsern, dafs sie den Zustand und die normale Function der Nerven ändern, indem sie die in denselben vorgehende Bewegung ändern. Manche Wirkungen chemischer Agentien, wie die des Schwefelwasserstoffs und der Pyrogallussäure auf das Blut, sind rein chemischer Natur, aber die des Chinins und der Blausäure, des Strychnins sind nicht so einfach und lassen sich durch chemische Verbindungen oder Zersetzungen allein nicht erklären.

Wir können die Leber und gewisse Drüsen mit einem Systeme von Hefenzellen vergleichen, in welchem während ihres Aufbaues aus den Bestandtheilen des Blutes eigenthüm-

liche Verbindungen gebildet werden, die den Inhalt der Zellen ausmachen, Verbindungen von einem vorübergehenden Bestande, und die, indem sich ihre Bestandtheile wieder lösen oder in andern Richtungen ordnen, eine bestimmte Wirkung auf das Blut und seine Bestandtheile ausüben, ähnlich wie die Hefenzelle auf die Bierwürze wirkt, welche, indem sie den Zucker zersetzt, sich stets dabei wieder neu generirt.

Die kürzlich von Schmulewitsch unter Ludwig's Leitung gemachte Beobachtung, dafs die Leber eines soeben getödteten Kaninchens beim Durchleiten von defibrinirtem Hundeblut stundenlang Galle absondert, sowie die von Bernard beobachtete Zuckerbildung in der Leber, selbst bei ausschliefslicher Fleischkost, sind in dieser Beziehung von der gröfsten Bedeutung.

Die Thatsache, dafs eine frische, in Stücke zerschnittene Kalbsleber in Wasser von 37 bis 40° C. nach 4 bis 6 Stunden, ohne den mindesten Geruch zu verbreiten, reines Wasserstoffgas in grofsen Blasen entwickelt, deutet, wie ich glaube, auf einen in derselben vorgehenden mächtigen Umsetzungsprocefs, und wenn man die Rolle beachtet, welche eine in dem sauren Secret der Labdrüsen vorhandene organische Materie in der Verdauung spielt, und sich an die Eigenthümlichkeiten des Speichels und des Pankreassecretes erinnert, so kann man sich kaum der Ansicht verschliefsen, dafs eine Menge von Vorgängen im thierischen Körper abhängig sind von der nämlichen Ursache, welche der Hefe ihre so merkwürdigen Wirkungen verleiht.

III. Die Quelle der Muskelkraft.

Auf ganz allgemeine Erfahrungen gestützt, habe ich früher die Ansicht ausgesprochen, dafs in dem Stoffwechsel, im Besonderen in der Umsetzung der stickstoffhaltigen Be-

standtheile des Muskels, die Quelle der mechanischen Effecte des thierischen Körpers gesucht werden müsse; die Arbeitsleistungen zweier Individuen sollten hiernach im Verhältnifs stehen zu ihrer Muskelmasse und ihre Dauer im Verhältnifs zu der Zufuhr von Stoffen, welche geeignet sind, die umgesetzten Theile der Muskelmasse stets wieder herzustellen.

Die ausführlichen und mit aller Umsicht angestellten Untersuchungen von Playfair über den Bedarf verschiedener Gesellschaftsclassen an Albuminaten in der täglichen Nahrung schienen keinen Zweifel in Beziehung auf die Richtigkeit dieser Ansicht zu lassen; er wies nach, dafs überall und in allen Verhältnissen der arbeitende Mann in der Mischung seiner Speisen einer gröfseren Menge von Albuminaten bedarf, als der ruhende, wenn seine Arbeitskraft und Gesundheit erhalten werden soll; so in Gefängnissen, in Arbeitshäusern, bei Soldaten im Kriege und Frieden u. s. w.

Auch ist den Ergebnissen der umfassenden Arbeit von Playfair kein ernster Widerspruch in einer gleichwerthigen Untersuchung entgegengesetzt worden. Man hat einzelne Beobachtungen gegen seine Schlüsse geltend gemacht, aber ich glaube, man sollte sie mit eben der Vorsicht aufnehmen, wie die in Bayern landläufige Ansicht, dafs das Bier ein sehr gutes Nahrungsmittel sei, und dafs stark arbeitende Männer ihre Kraft vorzugsweise dem Biergenusse verdankten; die genaue Ermittelung der Diät der Bräuknechte in einer der gröfsten Münchener Brauereien ergiebt dagegen, dafs diese Arbeiter, welche die gröfste Menge Bier geniefsen, die stärksten Fleischesser sind *).

---

*) In der hiesigen Sedlmayer'schen Brauerei verzehrten vom 1. October bis 30. April 95 Arbeiter, 6 Mägde und 9 Kinder, im Ganzen 112 Personen, 11,189 Kil. Brod, 17,870 Kil. Fleisch und 159,120 Liter Bier. Rechnet man 6 Mägde und 9 Kinder =

Die Frage über die Quelle der Muskelkraft ist durch einen Schlufs verwirrt gemacht worden, welcher als irrig sich erwiesen hat und den ich selbst verschuldet habe. Wenn die sich umsetzende Muskelsubstanz die Quelle der Muskelkraft und das letzte stickstoffhaltige, durch Mitwirkung des Sauerstoffs gebildete Product dieses Umsatzes, der Harnstoff ist, so mufste sich, diefs war der Irrthum, aus der Menge des Harnstoffs die Arbeitsleistung erschliefsen lassen. Mit der Arbeit mufste der Umsatz und mit diesem der secernirte Harnstoff im Verhältnifs stehen.

Die ersten Thatsachen gegen die Ansicht, dafs der Harnstoff ein Mafs der Muskelarbeit sei, sind von Dr. Bischoff in seiner Arbeit über den Harnstoff als Mafs des Stoffwechsels, sodann in der von Bischoff und Voit in München unternommenen, noch umfassenderen Untersuchung, die man als eine Fortsetzung der Giefsener Versuche ansehen mufs, ermittelt worden. Es ist wohl kaum nöthig, hier zu bemerken, dafs ich an diesen Arbeiten stets das lebhafteste Interesse nahm, wie denn meine Methode, den Harnstoff durch salpetersaures Quecksilberoxyd zu bestimmen, dadurch hervorgerufen worden ist.

In diesen Versuchen wurde ein Hund mit bekannten Quantitäten Fleisch und Fett, mit Fleisch allein, mit Fleisch und Kohlehydraten und Leim gefüttert und die täglich secernirte Harnstoffmenge bestimmt.

Die Menge des Stickstoffs im Fleisch und Harn war bekannt und in der Rechnung liefs sich annehmen, dafs wenn der Stickstoff im Harn dem des genossenen Fleisches gleich gefunden wurde, dafs das ganze Fleisch umgesetzt worden

---

9 Arbeitern, so wurde per Kopf verzehrt täglich 810 Grm. Fleisch. Die Arbeit der Brauknechte ist die schwerste von allen und nur sehr starke Männer eignen sich dazu.

sei; war die Harnstoffmenge kleiner, so mufste ein Theil des genossenen Fleisches im Körper geblieben oder angesetzt, war die Harnstoffmenge gröfser, so mufste der Ueberschufs von den Körpertheilen geliefert worden sein.

Zu den wichtigsten Resultaten dieser Versuche gehören die folgenden :

Bei einem gewissen Verhältnifs von Fleisch und Fett liefs sich das Versuchsthier dauernd auf seinem Gewichte erhalten. In diesem Falle erschien aller Stickstoff im Harn in der Form von Harnstoff, und da keine Gewichtszunahme statthatte, so mufste das Fett zur Respiration verbraucht worden sein.

Es zeigte sich nun, dafs bei Vermehrung der Fleischration, ohne Verminderung des Fettes, die secernirte Harnstoffmenge in eben dem Verhältnisse stieg, als man mehr Fleisch zugesetzt hatte, und dafs das Körpergewicht zunahm.

Der damals herrschenden Ansicht entgegen, dafs das Fett den Umsatz im Körper beschränke, indem es weit geeigneter zu sein schien, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden als das Fleisch, ging aus diesem Versuche das Umgekehrte hervor; das Plus des Fleisches trat an die Stelle von Fett in die Respirationsarbeit ein, und während vorher das Fett vollkommen aufgebraucht wurde, blieb bei mehr Fleisch ein Theil desselben im Körper zurück.

Diese Thatsache gewinnt in einer besonderen Beziehung eine hohe Bedeutung, insofern sie beweist, dafs in dem thierischen Körper eine Einrichtung besteht, welche die Vermehrung des Blutes oder der Bestandtheile des Blutes, über eine gewisse Grenze hinaus hindert. Wird ein Ueberschufs von Albuminaten über seinen Bedarf zugeführt, so werden diese auf die rascheste Weise entfernt.

Die nämlichen Ursachen, welche diesen Ueberschufs zerstören, können im normalen Zustande der Ernährung auf die

Blutbestandtheile selbst keine Wirkung haben; denn diese würden sonst beim Mangel an Ersatz durch die Nahrung oder im Hungerzustande, eben so rasch dem zerstörenden Einflusse dieser Ursachen verfallen müssen, als wie ihr Ueberschufs in der Nahrung verfällt.

Die Herren Bischoff und Voit zeigten ferner, dafs das Versuchsthier mit fettlosem Fleisch allein, beim Ausschlufs von allem Fett ernährt und auf seinem vollen Gewichte mit sehr schwachen Schwankungen erhalten werden könne. Die secernirte Harnstoffmenge entsprach in diesem Falle dem Stickstoffe des genossenen Fleisches.

Das Gleichbleiben des Körpergewichts zeigte an, dafs das Fett durch Fleisch in dem Respirationsprocesse vollkommen vertreten werden könne; ein Theil des Fleisches hatte unzweifelhaft zur Wärmeerzeugung, ein anderer zum Wiederersatz der umgesetzten Körpertheile gedient.

Das Product war aber in beiden Processen ein und derselbe Körper, nämlich Harnstoff.

Wenn aber Harnstoff ein Product des Stoffwechsels und gleichzeitig ein Product des Respirationsprocesses war, so konnte aus der Menge des secernirten Harnstoffs die Gröfse des Umsatzes, und wenn der Umsatz die Muskelarbeit bedingte, nicht auf die Muskelarbeit geschlossen werden. Die frühere Ansicht konnte nur dann aufrecht erhalten werden, wenn nachweisbar gewesen wäre, dafs die Arbeitsleistungen im Thier im Verhältnifs zur Fleischmenge gesteigert worden waren.

In diesem Falle war anzunehmen, dafs das Fleisch zu Muskel, der Muskel umgesetzt, und die Producte der Umsetzung als Material zur Wärmeerzeugung gedient hätten.

In gewissen Fällen lieferte aber das Versuchsthier zehnmal so viel Harnstoff als bei normaler Fütterung, ohne dafs

ein äufseres Zeichen einer vermehrten inneren Arbeit bemerkbar war.

Aus der Ansicht, dafs der Umsatz der stickstoffhaltigen Körpertheile die Arbeitskraft bedinge und der secernirte Harnstoff ein Mafs derselben sei, folgte von selbst, dafs durch vermehrte äufsere Arbeit der Stoffwechsel beschleunigt und in einer gegebenen Zeit die Harnstoffmenge vermehrt werden müsse.

Diese Betrachtungen führten Voit auf seinen bekannten Versuch, durch welchen er zeigte, dafs bei derselben Nahrung in der Ruhe oder Arbeit die secernirte Harnstoffmenge nicht steigt; er fand sie in beiden Fällen gleich.

Diese Untersuchungen stellten sonach fest, dafs der Harnstoff zwar ein Mafs der im Körper umgesetzten und in der Nahrung zugeführten stickstoffhaltigen Bestandtheile, aber nicht ein Mafs der Arbeitsleistung des Körpers ist; die Vermehrung der Arbeit schien ohne Einflufs auf die Vermehrung des Harnstoffs zu sein.

Wenn man über diese Thatsachen nachdenkt, so sieht man sogleich ein, dafs diefs nicht anders sein kann; denn wenn der Umsatz der Muskelsubstanz stiege mit der Arbeit, so würde, da die Arbeit im Willen liegt, ein Mensch seinen ganzen Muskelvorrath verbrauchen können. Aber die Arbeitsleistungen des Muskels haben eine Grenze; über ein gewisses Mafs hinaus tritt Ermüdung ein. Die Fälle, wo Thiere durch ein Uebermafs von Kraftverbrauch dem Tode verfallen, bedürfen einer besonderen Erklärung.

Die Muskelkraft entspringt aus einem Vorgange im Muskel, es kann so viel davon zur Arbeit verbraucht werden, als verfügbar ist, aber nicht mehr; der Verbrauch der verfügbaren Kraft kann die Vorgänge im Muskel, welcher die Quelle derselben ist, vielleicht in der Zeit beschleunigen, aber die Arbeit an sich ist nicht die Ursache des Umsatzes.

Ueber den Ursprung der Muskelkraft und dafs ihr Sitz im Muskel selbst ist, besteht kein Zweifel, auch darüber nicht, dafs sie aus einer Stoffveränderung oder einem Umsatz der Muskelsubstanz entspringt; aber in Beziehung auf den Vorgang selbst und die Stoffe, welche die Veränderungen erleiden, gehen die Ansichten auseinander.

Nach der einen Ansicht entspringt die Kraft aus einem Umsatz der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Muskels, an welchem der Sauerstoff Antheil nimmt, ohne ihn direct zu bedingen.

Nach der anderen Ansicht hingegen wird die Kraft im Muskel durch die Verbrennung seiner eigenen stickstofffreien oder der stickstofffreien Bestandtheile des durchströmenden Blutes erzeugt.

Was die Fähigkeit der Muskelsubstanz betrifft, zur Erzeugung der Muskelarbeit zu dienen, so kann sie nicht bezweifelt werden.

Ein Fleischfresser kann mit Muskelfleisch allein und beim Ausschlufs aller stickstofffreien Materien ernährt und gesund erhalten werden. Die innere Arbeit und Wärme müssen in diesem Falle durch den Umsatz des Fleisches bestritten werden.

Was die Fähigkeit des Fettes oder der sogenannten Kohlehydrate betrifft, die Arbeitskraft durch ihren Verbrennungsprocefs zu erzeugen, so kann für diese keine gleichwerthige Thatsache geltend gemacht werden.

Ein Thier kann durch Fütterung mit Fett oder Kohlehydraten allein nicht ernährt und arbeitsfähig erhalten werden, es bedarf hierzu stets einer gewissen Menge von Albuminaten oder Muskelsubstanz; die Arbeit steht ferner in keiner Beziehung zu den genossenen stickstofffreien Nährstoffen, sie kann durch ihre Vermehrung im Futter nicht gesteigert werden, sie nimmt durch ihre Verminderung nicht ab, wenn in der Speise oder dem Futter die zur Wärme-

erzeugung fehlende Menge an diesen Stoffen durch ein Aequivalent stickstoffhaltiger Nährstoffe ergänzt wird.

Die allgemeinsten Erfahrungen scheinen hingegen dafür zu sprechen, dafs die Arbeitsleistungen eines Individuums, alle übrigen Bedingungen seiner Ernährung als gegeben gedacht, in einem gewissen Verhältnisse stehen zu der täglich in seiner Nahrung genossenen Menge von Muskelsubstanz oder von Stoffen, die sich zur Erzeugung derselben eignen; dafs die Zufuhr derselben gesteigert werden müsse mit der Arbeit, so dafs also ein arbeitendes Individuum nicht von einem Tag zum andern oder während weniger Tage, sondern während eines Monats oder Jahres mehr davon in seiner Speise bedarf, als ein ruhendes.

Die Anhänger der Ansicht, dafs die Muskelkraft durch die Verbrennung von stickstofflosen Stoffen im Muskel erzeugt werde, bestreiten die Richtigkeit dieser Erfahrungen nicht, sie erklären sie aber in einer anderen Weise.

Diese Ansicht beruht zum Theil auf einigen Thatsachen, welche die Herren Fick und Wislicenus in einer Untersuchung über die Quelle der Muskelkraft ermittelt haben; sie fanden, dafs während der Verrichtung einer äufseren mefsbaren Arbeit, der Erhebung ihres Körpergewichtes auf eine bekannte Höhe, die während der Arbeit und nach fünf Stunden Ruhe secernirte Harnstoffmenge, richtiger Stickstoffmenge, dem Verbrauche einer Eiweifsmenge entsprach, welche verbrannt gedacht, in dem Arbeitsäquivalent der erzeugten Wärme, kaum den dritten Theil der geleisteten Arbeit erkläre. Die Stickstoffmenge der Fäces wurde nicht bestimmt. Während der Arbeit genossen beide Forscher nur stickstofflose Speisen.

Sie zogen hieraus den Schlufs, dafs die Quelle de Muskelkraft nicht in dem Umsatz der Muskelsubstanz und ihrer Verbrennung gesucht werden könne, sondern dafs sie

durch den Uebergang der Bestandtheile der stickstofflosen Nahrungsmittel im Muskel in Sauerstoffverbindungen erzeugt worden sein müsse.

Die von den Herren Fick und Wislicenus angestellte Rechnung scheint auf der Vorstellung zu beruhen, dafs es sich mit der Krafterzeugung im Muskel ähnlich verhalte, wie etwa in einem Schiefsgewehre; man kann sich denken, dafs aus dem Volum der Pulvergase bei der Verbrennung von Schiefspulver sich die Triebkraft der Kugel und umgekehrt aus dem zurückgelegten Weg derselben das Volum der Pulvergase berechnen liefse. Wenn der Vorgang der Krafterzeugung dem im Schiefspulver ähnlich ist, so müfste in der Voraussetzung, dafs die Kraft durch Verbrennung der Muskelsubstanz erzeugt werde und der Harnstoff ein Product derselben sei, die Menge desselben in der That der Arbeitsleistung proportional sein; immer vorausgesetzt, dafs Kraft und Harnstoff in dem nämlichen Momente erzeugt werden. War in dieser Annahme die Menge des Harnstoffs oder secernirten Stickstoffs, der Arbeitsleistung nicht entsprechend, so mufsten, wenn die letztere durch Verbrennung vermittelt wurde, andere und zwar stickstofflose Materien für die Muskelsubstanz eingetreten sein und sich mit dem Sauerstoff verbunden haben.

Es läfst sich wohl nicht annehmen, dafs die genossene stickstofflose Nahrung eine besondere Bedingung für die Krafterzeugung abgegeben habe, indem es wohl als gewifs betrachtet werden kann, dafs die beiden kräftigen Männer auch bei Enthaltung aller Speise und wenn sie anstatt Wein nur Wasser getrunken hätten, das Faulhorn-Hôtel ohne gröfsere Ermüdung erreicht hätten. Für den Schlufs selbst hat diefs selbstverständlich kein besonderes Gewicht, denn wenn sie keine stickstofflose Nahrungsmittel genossen hätten, so

liefse sich annehmen, dafs das Fett von ihren Körpertheilen an ihrer Stelle verwendet worden sei.

Was die beiden Herren an ihrem Körpergewichte nach dem Versuche verloren hatten, scheint von ihnen nicht bestimmt worden zu sein; ihre Schlufsfolgerungen sind natürlich nur richtig, wenn die Voraussetzungen, auf die sie gebaut sind, wahr sind. Es könnte aber doch ganz anders sich verhalten.

Es könnte sein, dafs die Maschine, die wir Organismus nennen, eine viel vollkommenere Einrichtung, als nach den Voraussetzungen der Herren F. und W., vielleicht so vollkommen wie ein menschliches Werk, eine Uhr, besäfse, die wir z. B. durch Aufziehen jeden Tag mit Kraft, ähnlich wie den Körper mit Speise versehen, und die so eingerichtet ist, dafs sie drei und mehr Tage Arbeit verrichten kann, ohne weitere Zufuhr von Kraft, in Folge von angesammelter Kraft; für die Erhaltung des Ganges ist es in beiden Fällen nothwendig, nach Verlauf einer gewissen Zeit die zur Bewegung verbrauchte Kraft wieder zu ersetzen; aber einmal vollständig aufgezogen, ist bis zu einer gewissen Grenze der Ersatz nicht nothwendig. Was an Kraft in einer gewissen Zeit, sagen wir in drei Tagen, mehr ausgegeben als ersetzt worden ist, mufs allerdings nach Verlauf derselben durch stärkere Zufuhr ausgeglichen werden, wenn der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden soll.

Es könnte ferner sein, dafs der Harnstoff gar kein Verbrennungsproduct der stickstoffhaltigen Muskelbestandtheile ist, und dafs seine Bildung in einer ganz anderen Beziehung zu der Muskelarbeit steht, als wie die Herren F. und W. angenommen haben.

Aus der Arbeit von F. u. W. läfst sich nicht mit vollkommener Klarheit entnehmen, in welcher Weise sie sich den Uebergang der durch die Verbrennung der stickstofflosen

Materien im Muskel erzeugten Wärme in mechanische Effecte denken. Frankland, der ihre Ansichten adoptirt hat, spricht sich hierüber ganz bestimmt aus; er sagt:

„Die verbrennlichen Nahrungsstoffe und Sauerstoff sind beide im Blute, welches sich durch den Muskel bewegt, aber wenn der Muskel in Ruhe ist, so üben beide keine Wirkung aufeinander aus. Sobald hingegen vom Gehirn aus, ein Befehl auf den Muskel wirkt, so wird durch Vermittelung der Nerven die Oxydation bewirkt. Die potentielle Kraft wird zur thätigen Kraft, ein Theil davon wird in Bewegung, ein anderer in Wärme übergeführt. Diefs ist die Quelle der Wärme, diefs die Quelle der Muskelkraft. Der Muskel ist ähnlich dem Stempel und Cylinder in der Dampfmaschine — eine Maschine zur Ueberführung der Wärme in Bewegung, beide sind der Abnutzung unterworfen und bedürfen der Erneuerung; aber die Maschinentheile tragen in beiden Fällen durch ihre eigene Verbrennung zur Erzeugung der Kraft, die sie äufsern, in keinem bedeutenden Grade etwas bei."

Diefs ist ein Bild des Vorganges der Krafterzeugung, wie ihn Frankland und Andere, die ihm beigetreten sind, sich denken.

Der Harnstoff und die Harnsäure sind hiernach die Producte der Abnutzung.

Wäre diese Ansicht richtig, so müfste sicherlich die Muskelmaschine zu den unvollkommensten gerechnet werden, die von Menschenhänden gemacht werden könnte, so grofs erscheint in dem secernirten Harnstoff der tägliche Abgang derselben. Die Roststäbe des Feuerheerdes einer Dampfmaschine nutzen sich so schnell nicht ab.

Es ist gewifs, dafs uns der wunderbare Aufbau des thierischen Leibes und seiner Theile auf lange noch, vielleicht für immer, ein unlösbares Räthsel bleiben wird; aber die Vorgänge in seinen Organen sind physikalischer und chemi-

scher Natur, und es läfst sich nicht verstehen, dafs der Sauerstoff und die verbrennlichen Theile im Blute, eines Befehles von Centralorganen bedürfen sollen, um eine Verbindung einzugehen. Der Antheil, den die willkürlichen Bewegungsnerven an der Muskelthätigkeit nehmen, mufs von ganz anderer Art sein.

Es scheint mir aber nicht angezeigt, die Ansicht von Frankland, F. u. W. vorläufig einer näheren Prüfung zu unterziehen; denn im Ganzen glaube ich, dafs die Forscher, die sich mit der Frage über den Ursprung der Muskelkraft beschäftigten, die Lösung derselben sich zu leicht gedacht haben, und dafs viele Jahre noch vergehen werden, ehe es gelingt, über die richtige Stellung derselben, die dann ihre Lösung vorbereiten wird, ins Klare zu kommen.

Ich habe nicht die Absicht, hier in den Streit einzutreten, und werde meinen Zweck für erreicht ansehen, wenn die folgenden Bemerkungen dazu beizutragen vermögen, über die Verhältnisse, die zu ermitteln hier in Betracht kommen, einiges Licht zu verbreiten.

Ueber die Art und Weise der Wirkung des Sauerstoffs im thierischen Körper scheinen die Naturforscher so ziemlich im Reinen zu sein; der Sauerstoff verbindet sich mit den Elementen der Speisen oder des Körpers; Kohlensäure, Wasser und Harnstoff werden als die letzten Verbrennungsproducte derselben angesehen.

Als Folge dieser Verbrennung entsteht Wärme, die als solche den Körper erwärmt und seine Temperatur erhält oder in Form von mechanischen Effecten sich äufsert.

Kennt man somit die Verbrennungswärme der verschiedenen Nährstoffe, so drückt diese in gewissem Sinne ihren Werth als Krafterzeuger aus.

„Von diesem Gesichtspunkte aus", sagt Frankland in seiner Abhandlung, „ist es interessant, die verschiedenen

Nährstoffe, welche im allgemeinen Gebrauche sind, auf ihre Fähigkeit zur Erzeugung von Muskelkraft einer Untersuchung zu unterwerfen," und er kommt durch die Bestimmung ihrer Verbrennungswärme zu dem Resultate, dafs bei gleichem Gewichte und in ihrem natürlichen Zustande der Chester-Käse 3 mal, der Zucker $2^1/_2$ mal, die Butter 5 mal so viel Kraft in Meterkilogrammen ausgedrückt im Körper entwickeln, als das magere Ochsenfleisch.

Alles diefs in der Voraussetzung, dafs die Muskelkraft durch die Verbrennung dieser Stoffe im Muskel erzeugt werde und dafs der Vorgang ihrer Verbrennung dem unter dem Kessel einer Dampfmaschine gleich sei. Zwei Gewichtstheile trockener Kartoffeln sehen wir in dieser Beziehung gleich gestellt $1^1/_2$ Gewichtstheilen trockenem Rindfleisch und zwei Gewichtstheilen gekochtem Schinken (trocken) u. s. w. Diefs sind sicherlich höchst interessante, jedenfalls sehr unerwartete Ergebnisse der Abnutzungstheorie.

Es ist vielleicht hier der Ort, daran zu erinnern, dafs der Vorgang der Verbindung des Sauerstoffs mit den verbrennlichen Elementen des thierischen Körpers ganz anderer Art und sehr verschieden ist von den gewöhnlichen Verbrennungsprocessen. Nie wird im lebenden Körper Kohlensäure erzeugt durch Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff; sie ist im gewöhnlichen Sinne kein Verbrennungsproduct (s. Der chemische Procefs der Respiration. Ann. Chem. Pharm. LVIII, 335).

Um den Unterschied des Verbrennungsprocesses unter einem Dampfkessel von dem im thierischen Körper richtig aufzufassen, mufs man die Bildung der organischen Verbindungen in der Pflanze in Betracht ziehen; sie sind alle aus Kohlensäure entstanden und mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome, und verwandeln sich im thierischen Körper wieder rückwärts in Kohlensäureatome, in das, was sie ursprünglich waren.

Bei ihrer Bildung unter dem Einflusse des Sonnenlichtes wird Wärme (oder Sonnenkraft) gebunden, oder, wie man sagt, latent; bei ihrer Rückbildung wird sie wieder frei, und das Maximum wird frei, wenn die Rückbildung dieser Substanzen genau ihrer Bildung entspricht.

Vergleichen wir z. B., um nur einen Anhaltspunkt zu haben, die Kohlensäure mit dem Zucker in ihrer einfachsten empirischen Formel, so haben wir :

Kohlensäure	*Traubenzucker*
C_{O}^{O}	C_{O}^{H}.

Ein Blick auf beide Formeln zeigt, dafs der Zucker Kohlensäure ist, in welcher 1 Aeq. Sauerstoff vertreten ist durch 1 Aeq. Wasserstoff. Die Kohlensäure ist bei der Bildung des Zuckers nicht zerlegt, sondern es ist nur einer ihrer Bestandtheile ausgetauscht worden.

Bei dem Uebergang des Zuckers in Kohlensäure wird nicht der Kohlenstoff des Zuckers, sondern der eingetretene Wasserstoff verbrannt; und indem sich dieser Wasserstoff im Thierleibe mit Sauerstoff zu Wasser verbindet, tritt an seinen Platz der in der Pflanze ausgetretene und im Blute wieder zugeführte Sauerstoff wieder ein. Der Zucker kann demnach auf zweierlei Weise verbrannt und in Kohlensäure übergeführt werden, direct, indem man ihn in hohen Temperaturen mit Sauerstoff verbindet, oder indirect durch Ersatz seines Wasserstoffs durch Sauerstoff in niederen Wärmegraden. Die Sauerstoffmengen sind in beiden Fällen ganz gleich, für 15 Grm. Zucker 16 Grm. Sauerstoff; aber wenn die Verbrennungsarbeit ungleich ist, welche Wärme verbraucht, so mufs auch die freigewordene Wärme ungleich sein.

Ich führe dieses Beispiel weiter aus, ohne ein Gewicht auf die Richtigkeit meiner Darstellung selbst zu legen; was ich bezwecke, ist nur die Unterschiede zu zeigen, deren nähere Erläuterung Sache des Physikers ist.

Wenn wir nach der obigen Formel des Traubenzuckers uns denken, dafs 6 Grm. Kohlenstoff von 15 Grm. Zucker sich mit 16 Grm. Sauerstoff direct verbinden, so müfsten sich 6 × 7838 Wärmeeinheiten entwickeln. Nehmen wir aber an, dafs 1 Grm. Wasserstoff durch 8 Grm. Sauerstoff oxydirt wird und die eintretenden 8 Grm. Sauerstoff mit dem Rest der Kohlensäure = 14 Grm. Kohlenoxyd, eben so viel Wärme entwickeln, wie bei seiner Verbindung mit Kohlenoxydgas, so haben wir

im ersten Falle	47000 W.-E.
im anderen Falle	68900 W.-E. *)
im letzteren mithin	21900 W.-E. mehr.

Dafs Unterschiede dieser Art in der ausgegebenen Verbrennungswärme wirklich bestehen, läfst sich leicht durch ganz bestimmte Thatsachen erweisen.

Frankland hat unter Anderm die Verbrennungswärme des Rohrzuckers bestimmt und für 1 Grm. 3348 W.-E. erhalten; hieraus folgt, dafs 171 Grm. Rohrzucker (1 Atom) 572508 W.-E. liefern werden.

Aus dem Zucker entsteht in der Gährung Kohlensäure und Alkohol, und wenn keine anderen Producte daraus gebildet würden, so sollten aus 171 Grm. Zucker erhalten werden 92 Grm.; man erhält nur 88 bis 89 Grm., sagen wir $88^1/_2$ Grm. Alkohol, das Fehlende ist Bernsteinsäure und Glycerin u. s. w.

Nach dem Mittel der Bestimmungen sehr genauer Beobachtungen von Dulong, Despretz und Favre liefert aber 1 Grm. Alkohol im Mittel 6981 W.-E. und $88^1/_2$ Grm., mithin 617818 W.-E.

---

*) Durch Verbrennung des Wasserstoffs 34533 W.-E.
durch Verbindung von 14 Grm. Kohlenoxyd mit 8 Grm. Sauerstoff 34384 W.-E.
Zusammen : 68917 W.-E.

Der Alkohol, für sich allein verbrannt, liefert mithin 45310 W.-E. mehr als der Zucker, durch dessen Zersetzung er entstanden ist. Dazu mufs aber noch die Wärme gerechnet werden, welche bei der Gährung des Zuckers frei wird und die nach directer Bestimmung von Dubrunfaut gleich ist dem achten Theil der Wärme, die durch Verbrennung des in der Kohlensäure entwickelten Kohlenstoffs erzeugt wird.

Man hat also :

der Alkohol aus 171 Grm. Zucker liefert	617818 W.-E.
171 Grm. Zucker in seiner Gährung	22743 W.-E.
im Ganzen	640561 W.-E.

Nach Frankland's Bestimmung liefern aber :

171 Grm. Zucker	572508 W.-E.
mithin weniger	68053 W.-E.

Die Verbrennung der anderen Producte der Gährung ungerechnet, welche ebenfalls 8 bis 10,000 W.-E. geliefert haben würden, liefert der Zucker auf einem andern als dem directen Wege verbrannt nahe $^1/_8$ mehr Wärme, als Frankland's Bestimmung ergeben hat; und wenn wir uns denken, dafs wir den Alkohol in niederen Temperaturen zuerst zu Aldehyd, dann zu Essigsäure, Ameisensäure und zuletzt zu Kohlensäure oxydirt hätten, so würden wir möglicher Weise wieder eine andere Zahl für seine Verbrennungswärme erhalten haben.

Bei Bestimmungen der Verbrennungswärme kommt sehr viel auf die Verbrennungsarbeit an; wenn ein Theil derselben zur Aufhebung von Widerständen verbraucht wird, so tritt dieser Theil nicht in der Form von Wärme auf.

Der einfache Unterschied in der Dichte macht den Diamant schwer verbrennlicher als die Kohle und einen Unterschied in ihrer Verbrennungswärme aus. Der Wärmewerth des Diamants ist um 285 W.-E. kleiner als der der Kohle.

(Favre und Silbermann.) Wir legen uns diese Thatsache durch die Annahme zurecht, dafs der Diamant bei seiner Krystallisation Wärme verloren habe, die er bei seiner Verbrennung wieder aufnehme, und da die Cohäsion ein Widerstand sei, der sich der Verbindung mit Kohlenstoff entgegensetze, so gehe ein Theil der Wärme in der Ueberwindung dieses Widerstandes auf und es werde darum weniger Wärme frei.

Die von Frankland ermittelten Verbrennungswärmen der Nahrungsstoffe sind sicherlich brauchbar zur Bemessung des Werthes, der ihnen als Material zur Verbrennung unter einem Dampfkessel zukommt; aber als Ausdruck für ihren Wärmewerth im lebendigen Körper haben seine Zahlen, wie ich glaube, keine besondere Bedeutung.

In noch viel höherem Grade gilt diefs für seine Bestimmung der Verbrennungswärme der stickstoffhaltigen Bestandtheile thierischer Körper, oder der Albuminate in den Nahrungsmitteln, und für die Schlüsse, welche Frankland daraus zog zur Beurtheilung ihres Werthes als Krafterzeuger.

Diese Materien sind im gewöhnlichen Sinne keine verbrennlichen Substanzen und verbrennen im thierischen Leibe eben so wenig, wie der Zucker als Zucker verbrennt; sie sind unter den organischen Substanzen in Beziehung auf ihre Verbrennlichkeit und ihre Fähigkeit, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, was das Gold und Silber ist in der unorganischen Natur.

Was ihre Verbrennlichkeit betrifft, so weifs der Chemiker nur allzuwohl, wie schwierig es ist, bei Aschenbestimmungen organische Substanzen zu verbrennen, welche reich an Albuminaten sind; nicht stundenlange sondern tagelang dauernde Glühhitze in der Muffel gehört dazu, um den Rest der stickstoffhaltigen Kohle zu entfernen; derselben

Schwierigkeit begegnet man bei der Verbrennung von Harnsäure oder harnsauren Salzen.

Die meisten nicht gasförmigen Stickstoffverbindungen besitzen diese Eigenthümlichkeit; es giebt sicherlich keine entzündlicheren und verbrennlicheren Substanzen, wie der Wasserstoff und Phosphor ist, aber ihre Verbindungen mit Stickstoff sind ganz unentzündlich, so z. B. das Ammoniak, obwohl es in einem Volum $^1/_2$ Volum mehr Wasserstoff, als das gewöhnliche Wasserstoffgas enthält.

Auf dem Widerstand, den der Stickstoff in diesen Verbindungen dem einwirkenden Sauerstoff entgegensetzt, beruht offenbar ihre Unentzündlichkeit. Zieht man hierbei die Wärme in Betracht, so ergeben die Bestimmungen von Favre und Silbermann, dafs z. B. 1 Grm. Wasserstoff bei seiner Verbindung mit Stickstoff zu Ammoniak 7576 W.-E. entwickelt, sehr nahe eben so viel Wärme, als bei der Verbrennung von 1 Grm. Kohlenstoff zu Kohlensäure frei wird, und man mufs wohl annehmen, dafs ein gleiches Wärmequantum in der Verbrennung von 5,66 Grm. Ammoniak, worin 1 Grm. Wasserstoff, in der Verbrennungsarbeit aufgeht. Man kann diefs als einen Grund der Schwerverbrennlichkeit vielleicht ansehen, aber nicht als den ganzen Grund; sehr viel scheint hier von den äufseren Verhältnissen abzuhängen; wenn diese es ermöglichen, dafs sich auch der Stickstoff oxydirt (in Mischungen von verwesenden Materien und alkalischen Basen), so verbrennt der Wasserstoff des Ammoniaks mit grofser Leichtigkeit.

In dem Cyan und Paracyan haben wir zwei Verbindungen des Stickstoffs mit Kohlenstoff von identischer Zusammensetzung und einer aufserordentlichen Verschiedenheit in ihrer Verbrennlichkeit; das Cyan ist leicht, das Paracyan äufserst schwer verbrennlich.

Die Beobachtung ergiebt, dafs 1 Grm. Kohle im Cyan 43 pC. mehr Wärme entwickelt, als 1 Grm. Kohlenstoff (11260 W.-E.). Bei der Bildung des Cyans mufs offenbar dieses Mehr von Wärme in die Verbindung übergegangen oder, wie man sagt, absorbirt worden sein; in der That bemerkt man, dafs beim Uebergange des Cyansilbers in Paracyansilber eine so grofse Menge Wärme frei wird, dafs die Masse in ein sichtbares Glühen übergeht; wenn die Leichtverbrennlichkeit des Cyans von der darin gebundenen Wärme herrührt, so erklärt diefs immer noch nicht, warum der Kohlenstoff im Paracyan seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe in so hohem Grade verloren zu haben scheint.

Diese einfache Betrachtung des Verhaltens mancher stickstoffhaltiger Körper dürfte genügen, um darzuthun, dafs man ihren Wirkungswerth, als Kraftquellen, nicht nach der Anzahl der Wärme-Einheiten beurtheilen darf, die sie bei directer Verbrennung entwickeln.

Wir können uns denken, dafs wir mit dem Dampf von Chlorstickstoff, indem wir ihn in den Cylinder einer Gasmaschine durch die Berührung mit Phosphor zum Explodiren bringen, eine Maschine in arbeitsfähigem Gange erhalten können, und es würde für uns so gut wie unmöglich sein, die geleistete Arbeit direct in Wärmewerthen zu bestimmen; denn weder Chlor noch Stickstoff sind im gewöhnlichen Sinne verbrennliche Substanzen.

Der Chlorstickstoff entsteht durch die Einwirkung von Chlor auf Ammoniak; ist Ammoniak im Ueberschufs, so wird kein Chlorstickstoff gebildet, das Chlor zerlegt das Ammoniak mit *starker Wärmeentwickelung*; bei Abwesenheit des freien Ammoniaks entsteht Chlorstickstoff, *ohne alle Temperaturerhöhung*; es ist klar, dafs alle im ersteren Fall freigewordene Wärme im anderen im Chlorstickstoff gebunden

worden ist, sie tritt bei seiner Zersetzung aber nicht als Wärme, sondern als Bewegung auf.

Es giebt eine Menge von Fällen, in denen mechanische oder Bewegungseffecte hervorgebracht werden durch eine innere oder Molecularbewegung. Die Gröfse der Effecte hängt in diesem Falle von dem labilen Gleichgewichte oder der Spannung ab, in welcher sich diese Theile zu einander befinden.

Das Verhalten der Glasthränen giebt ein gutes Beispiel von einer solchen inneren Spannung ab; wenn sie an irgend einem Punkte durch Verletzung der Oberfläche aufgehoben wird, so zerfällt die Glasthräne mit grofser Gewalt in ein feines Glaspulver, in diesem Falle ohne Aenderung der Zusammensetzung des Glases; die Spannung war zwischen den homogenen Glastheilchen, nicht zwischen den Bestandtheilen derselben; beim Knallsilber und Nitroglycerin und anderen besteht diese Spannung vorzugsweise zwischen den ungleichartigen oder Bestandtheilen der Substanzen.

Man kann das Nitroglycerin und Knallsilber über 100° ohne Zersetzung erhitzen; das Zerbrechen eines kleinen Krystallflitters Knallsilber mit der Spitze eines Federmessers, ein schwacher Stofs auf das Nitroglycerin bringt hingegen durch den Uebergang der Bestandtheile des Glycerins und Knallsilbers in ein stabiles Gleichgewicht eine furchtbare Explosion hervor. Läfst man auf ein rothglühendes Eisen tropfenweise Nitroglycerin fallen, so verbrennt es vollständig mit einem schwachen Zischen ohne alle Explosion.

In dem einen Fall wird durch den Stofs eine enorme Triebkraft, im anderen durch Verbrennung Wärme hervorgebracht. Die Triebkraft ist die Folge einer inneren oder Molecularbewegung, die Wärme die Folge einer vollständigen Verbrennung der Bestandtheile des Nitroglycerins.

Diese Beispiele sind selbstverständlich ganz ungeeignet, zur Erläuterung der Muskelkraft im thierischen Körper zu dienen, die in ganz anderer Weise in Wirkung tritt; sie sollen einfach darthun, dafs durch die Aenderung der inneren Anordnung der Bestandtheile gewisser Verbindungen, ohne alle Mitwirkung von Sauerstoff von Aufsen, grofse mechanische Effecte hervorgebracht werden können.

Die Albuminate des Pflanzenreichs sind die höchst zusammengesetzten Stickstoffverbindungen, die wir kennen; alle Bestandtheile des Thierkörpers sind aus dem Albumin im Thierleibe entstanden durch eine geänderte innere Anordnung der Theile des Albumins, oder durch Spaltungen, an denen der Sauerstoff einen bedingenden Antheil hat, ohne die Ursache derselben zu sein, und man kann annehmen, dafs wenn diese Producte des Albumins Kraftquellen sind, dafs die Bewegung, die sie hervorbringen, nicht auf ihrer Verbrennung und dem Umsatz der Wärme in Bewegung, sondern auf der bei ihrem Zerfallen freiwerdenden Spannkraft beruht, die in ihnen während ihrer Bildung angehäuft ist.

Es ist ganz sicher, dafs die Substanz der Membranen und die leimgebenden Bestandtheile der Knochen, das Blutfibrin, die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Gehirns, die Glyco- und Taurocholsäure der Galle, die Hippursäure und Harnsäure, Spaltungs- und Umsetzungsproducte des Albumins sind; aber wir haben keinen Beweis, dafs das Albumin in Folge einer Verbrennung Harnstoff, Kohlensäure und Wasser liefert.

Alle Bemühungen, Harnstoff aus Albuminaten durch einen Oxydationsprocefs zu erzeugen, sind eben so vollständig fehlgeschlagen, als die Erzeugung von Alkohol aus Zucker auf chemischem Wege, und es dürfte vielleicht die Ueberführung der Harnsäure in Harnstoff und Kohlensäure ein gutes Beispiel abgeben von den Vorgängen und Verän-

derungen, welche die Albuminate im thierischen Körper erleiden.

Die Harnsäure gehört wie das Albumin zu den direct schwer verbrennlichsten Körpern; sie ist nicht spaltbar durch concentrirte Schwefelsäure, durch Kochen mit Salzsäure oder Kalilauge, und es giebt dennoch vielleicht keinen Körper, dessen Bestandtheile bei gleichzeitiger Einwirkung von Sauerstoff und Säuren oder Alkalien so leicht beweglich und in eine so grofse Mannigfaltigkeit von Producten umsetzbar sind, wie die Harnsäure.

Durch Zufuhr von 2 Aequivalenten Sauerstoff, bei Gegenwart einer Säure, spaltet sich die Harnsäure in Harnstoff und Alloxan, durch weitere Zufuhr von Sauerstoff, das Alloxan in Harnstoff und Kohlensäure. Bei Gegenwart einer stärkeren Basis und Sauerstoff spaltet sich die Harnsäure in Oxalsäure, Allantoïn und Harnstoff; das Allantoïn bei Zufuhr von mehr Sauerstoff in Harnstoff und Allantursäure; diese letztere enthält die Elemente der Kohlensäure und des Harnstoffs.

In allen diesen Fällen ist der Harnstoff durch Sauerstoffzufuhr aus der Harnsäure entstanden; es ist aber kein directes Oxydationsproduct derselben, sondern ein Product der Spaltung einer neu entstehenden höheren Sauerstoffverbindung.

Nach Allem, was wir von den Oxydationsprocessen wissen, die in Temperaturen, welche die Körperwärme nicht übersteigen, vor sich gehen, verläuft der Uebergang ihrer Elemente bei den stickstofffreien in Kohlensäure und Wasser, bei den stickstoffhaltigen in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser in derselben Weise : es entstehen wasserstoffärmere und sauerstoffreichere Producte, und erst das letzte sauerstoffreichste liefert bei weiterer Sauerstoffzufuhr Kohlensäure. Der Alkohol verwandelt sich zuerst in Aldehyd, dann in

Essigsäure, diese in Ameisensäure und die Ameisensäure zuletzt in Kohlensäure.

Die hoch zusammengesetzten stickstoffhaltigen Verbindungen unterliegen stets zuvor einer Spaltung in ein stickstoffreicheres und ein daran ärmeres oder stickstofffreies und kohlenstoffreiches Product, die dann durch Aufnahme von Sauerstoff ähnlich wie die Harnsäure und die stickstofffreien zuletzt in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser übergehen.

Der Harnstoff ist nichts anderes als Kohlensäure, in welcher 1 Aeq. Sauerstoff durch 1 Aeq. Amid, oder Ammoniak, in welchem das dritte Aeq. Wasserstoff durch Kohlenoxyd vertreten ist :

$$C\left\{\begin{matrix}O\\NH_2\end{matrix}\right\} \text{ oder } N\left\{\begin{matrix}H_2\\CO\end{matrix}\right\}.$$

Im thierischen Körper findet die Oxydation stickstofffreier Verbindungen bei Gegenwart von Alkalien statt, und es ist für diese in vielen Fällen das von Kolbe entdeckte Oxydationsgesetz, wie ich glaube, mafsgebend; es erklärt die Bildung sauerstofffreier oder sauerstoffärmerer Producte aus sauerstoffreichen. (Ann. Chem. Pharm. LXX, 318.)

Aus dem Vorhergehenden ist es wohl verständlich, dafs die Muskelkraft, wenn sie ihren Sitz im Muskel hat, nicht durch Verbrennung, ähnlich wie in einer Dampfmaschine, entstehen kann; sie kann nur die Folge eines Umsatzes, d. i. einer im Innern des Muskels, in seinen beweglichen Theilen vorhandenen Bewegung sein.

Die nähere Betrachtung des Verhaltens der Hefenzelle ist vielleicht geeignet, über die Vorgänge im lebendigen Muskel zu bestimmteren Vorstellungen zu gelangen.

Es ist ziemlich gleichgültig, welche Ansicht man über die Art und Weise der Wirkung der Hefenzelle auf den Zucker haben mag; so viel ist gewifs, dafs im Innern der Hefenzelle eine Bewegung besteht, durch welche sie die

Fähigkeit empfängt, eine äufsere Arbeit zu verrichten; diese Arbeit ist die Spaltung eines Kohlenhydrates und ähnlicher Verbindungen; es ist eine chemische Arbeit; eine mechanische Arbeit würde es sein, wenn z. B. durch die Wirkung der Hefe Holz gespalten werden könnte, welches ebenfalls ein Kohlehydrat ist.

Von der Gröfse dieser in der Hefe wirkenden Arbeitskraft giebt die Thatsache eine Vorstellung, dafs ein Hefentheilchen sein 60faches (Pasteur) und wie ich glaube sein mehr als 100faches Gewicht Zucker zum Zerfallen bringt.

Diese Spaltung ist von einer beträchtlichen Wärmeentwickelung und einer mechanischen Wirkung begleitet. Nach Dubrunfaut's directen Bestimmungen entwickelt 1 Grm. Zucker in der Gährung 127 W.-E.; hierzu kommt, dafs die in der Gährung entwickelte Kohlensäure das Gewicht der Atmosphäre heben oder überwinden mufs, und dafs sie also eine mechanische Wirkung ausübt, welche in Rechnung gebracht für 1 Grm. Zucker 2482 Grm. Meter entspricht.

Nimmt man nun an, dafs die Hefe ihr 60faches Gewicht Zucker zersetzt, so folgt hieraus, *wenn man vom Zucker absieht und die Wärme- und Kraftentwickelung auf die Hefe allein bezieht*, dafs 1 Grm. Hefe 60 × 127 W.-E. = 7620 W.-E. und eine mechanische Wirkung von 148960 Grm. Meter hervorzubringen vermag, sehr viel mehr als sie durch Verbrennung entwickeln würde und ohne Zutritt und Mitwirkung von Sauerstoff.

Und wenn wir uns ein System von Röhren und Gefäfsen von der Feinheit der Blutgefäfse im Muskel und die Wände dieser Gefäfse aus lauter Hefenzellen gebildet denken, und wir ferner uns vorstellen, dafs sich durch diese Gefäfse ein Strom von Zuckerwasser bewege, so würden wir durch die Bestimmung der entwickelten Wärme und der hervorge-

brachten mechanischen Wirkung diesen Apparat als eine ganz enorme Wärme- und Kraftquelle betrachten müssen.

Und wenn wir zuletzt von dem Zucker und von dem Verhalten der Hefe in der Gährung nicht mehr wüfsten, als wir vom Blute und dem Muskel in der Muskelarbeit wissen, so würden wir nicht entfernt im Stande sein, durch die Bestimmung der Gewichtsabnahme des Systems und der Verbrennungswärme des Stoffes, woraus das System besteht, einen Begriff der Gröfse der darin wirkenden Ursache zu gewinnen.

Und wenn wir anstatt des Zuckerwassers einen Strom von Bierwürze, welche die Bedingungen zur Vermehrung der wirksamen Hefenzellen enthält, durch unser Hefenzellensystem fliefsen liefsen, so würde, was die arbeitenden Zellen an Gewicht abnehmen, durch neue Zellenbildung stets wieder ersetzt werden; das System würde an Umfang und Masse wachsen und seine Wirkung mit seinem gröfsten Querschnitt proportional sein müssen.

Wir würden, in der Voraussetzung, dafs uns die Veränderungen des Zuckers bei seinem Durchgang durch den gedachten Zellenapparat unbekannt wären, ganz unzweifelhaft die hervorgebrachte Kohlensäure und Wärme und die erzeugte mechanische Wirkung, welche Merkzeichen eines Oxydationsprocesses sind, einem Verbrennungsprocesse zuschreiben, und den Vorgang dem unter dem Kessel einer Dampfmaschine, sowie deren Maschinentheile, mit dem aus Hefenzellen zusammengesetzten Apparat vergleichen können.

Diese Vorstellung würde vollkommen falsch sein, der Sauerstoff der Luft kann Theil an dem Vorgange der Gährung nehmen, den Alkohol z. B. in Essigsäure überführen, aber er ist nicht die Bedingung desselben; die Kohlensäure- und Wärmeentwickelung sind nicht die Producte eines Verbrennungsprocesses.

Die Ursache, auf welche alle diese Wirkungen zurückgeführt werden müssen, liegt in dem beweglichen und in Bewegung befindlichen Zelleninhalt.

Vergleichen wir mit dem Verhalten der Hefenzelle das des Muskels, so wissen wir, dafs in ihm ein steter Umsatz, eine Bewegung besteht, die in seiner Substanz, auch vom Leibe getrennt, sich fortsetzt. Während dieses Umsatzes vermag der Muskel eine gewisse mechanische Arbeit zu verrichten; die innere oder Molecularbewegung im Muskel ist ganz unabhängig von der äufseren Arbeit oder Massenbewegung, sie vollzieht sich im Zustande der Ruhe und bei Ausschlufs von Reizen, ohne dafs der Muskel eine äufsere Bewegung zeigt, aber die letztere ist abhängig von der inneren; wenn diese eine bestimmte Grenze erreicht hat, so erlischt die mechanische Arbeitskraft des Muskels.

Dieses Verhalten entspricht genau dem der Hefenzelle, die Umsetzung ihres Inhaltes ist ganz unabhängig vom Zucker.

Die ausgezeichnetsten Physiologen haben sich mit der Messung der absoluten Muskelkraft beschäftigt und gefunden, dafs sie dem gröfsten Querschnitte des Muskels proportional ist.

Auch der ausgeschnittene Muskel äufsert noch sein Arbeitsvermögen, ohne dafs ein Blutstrom sich hindurch bewegt, welcher Sauerstoff und verbrennliche Elemente zuführt, und ohne Befehl vom Centralorgan wird die potentielle Energie zu actueller Kraft; es wird Wärme und Kohlensäure gebildet und neben diesen gewisse andere Producte, durch deren Anhäufung im Innern der Muskel ermüdet. Die einfache Entfernung derselben durch Ausspritzen mit einer schwachen Kochsalzlösung stellt die Arbeitsfähigkeit für eine Zeitlang wieder her. (J. Ranke.)

Der Unterschied im Verhalten des Muskels im lebenden Körper und aufser Verbindung mit demselben ist der, dafs

der arbeitsfähige Zustand im lebenden Organismus dauert, während er in dem davon getrennten Muskel eine sehr rasche Grenze findet.

Die Erklärung der Dauer der Arbeitsfähigkeit des Muskels im lebenden Organismus ist nicht die erste, sondern die zweite Frage, die hier zu lösen ist.

Die Dauer ist davon abhängig, dafs der Muskel in seiner ursprünglichen Beschaffenheit stets wieder hergestellt, und die Producte, die seine Arbeitsfähigkeit beeinträchtigen, unaufhörlich wieder entfernt werden; aber der Muskel ist eine Zeitlang arbeitsfähig, beim Ausschlufs aller Bedingungen seiner Ernährung.

Ein von allem Blute durch Ausspritzen mit schwachem Salzwasser befreites Froschherz vermag 12 und mehr Stunden zu arbeiten, ganz wie im lebenden Körper, und wir können es in diesem Zustande kaum mit etwas Anderem vergleichen, als mit einer gespannten Feder, welche in Bewegung ausgiebt, was sie an Kraft durch ihre Spannung empfangen hat. Die mechanische Spannung beruht auf einer veränderten Lagerung der kleinsten Theile der Feder; die Bewegung hört auf, wenn die ursprüngliche Richtung dieser Theile wieder hergestellt ist. In ganz ähnlicher Weise sehen wir, dafs mit den mechanischen Effecten, welche der Muskel äufsert, sich die Anordnung seiner inneren Theile ändert, und man kann sich beim Ausschlufs aller anderen Ursachen, welche Arbeitsleistungen bedingen, der Ansicht nicht verschliefsen, dafs die in diesen Theilen vorhandene Bewegung die Quelle der Muskelkraft, ganz ähnlich wie der Wechsel in der Beschaffenheit des Inhaltes der Hefenzelle die Ursache des Zerfallens des Zuckers ist.

Es ist eine den Physiologen bekannte Thatsache, dafs man aus einem Frosche alles Blut durch Ausspritzen mit schwachem Salzwasser entfernen kann, und dafs das Thier

stundenlang sich bewegt, springt und athmet, wie ein lebendes Thier; im Grunde verhält sich das Thier allerdings nicht anders, wie sein vom Leibe getrennter Schenkel, aber in ihrer Ganzheit ist es eine Erscheinung, die jeden Nichtphysiologen in das gröfste Erstaunen versetzen mufs*).

Man kann sich wohl kaum anders denken, als dafs die in der Bewegung sich äufsernde Kraft der höchst zusammengesetzten Thier- und Pflanzenbestandtheile in ihrer Zusammensetzung beruht, und dafs diese Kraft zur Wirkung in einer bestimmten Richtung kommt, in Folge ihrer physiologischen Anordnung, oder wenn man will ihrer Gestaltung zu dem Organe im lebenden Körper, dessen Baumaterial sie sind.

Um diefs zu verstehen, darf man sich nur daran erinnern, dafs die Hefenzelle, wenn sie Gährung bewirkt, einen Theil ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile verliert, welcher die gährungserregende Eigenschaft an sich nicht besitzt, aber wieder empfängt, wenn dieser Bestandtheil zur Her-

*) Ich empfing von meinem Freunde, Professor O. N. Rood in New-York, vor Kurzem einen Brief, in welchem er mir die folgende Thatsache mittheilt: „Professor Agassiz beschäftigt sich seit einiger Zeit mit dem Haifischfang, um gewisse anatomische Verhältnisse dieses Thieres zu studiren, welches, wie Sie wissen, äufserst wild und mit der Angel gefangen mit grofser Kraft und Wuth sich loszureifsen kämpft; Agassiz erzählt in seinem Vortrage folgenden Vorfall: Bei einer gewissen Gelegenheit fafste die Angel einen Haifisch, der im Wasser eben so lange und kräftig focht, wie diefs in der Regel geschieht; aber an das Land gebracht, zeigte die Dissection, dafs der Körper des Thieres beinahe gänzlich blutleer war; die nähere Prüfung ergab, dafs seine Kiemen durch einen Parasiten angegriffen und an manchen Stellen durch und durch gefressen waren, so dafs beinahe alles Blut des Thieres ausgeflossen und (mit Salzwasser) ausgewaschen war. Agassiz erwähnt diese Thatsache, um den Schlufs daran zu knüpfen, dafs ein Haifisch seine ganze Kraft ungeschwächt erhalten kann lange Zeit nach dem Verlust von beinahe seinem ganzen Blut."

stellung einer neuen Zelle gedient und die ursprüngliche Anordnung wieder erhalten hat.

Es ist nicht leicht, sich eine Vorstellung davon zu machen, ob und in welcher Weise die Wärme an der Arbeitsleistung des Muskels betheiligt ist; die Schwierigkeit würde vielleicht geringer sein, wenn uns die Stoffe, aus denen durch ihren Umsatz die Muskelarbeit entsteht, genauer bekannt wären.

Die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweifses im Muskel scheint darauf hinzudeuten, dafs eine Spaltung derselben im Muskel nicht statt hat, und wir müssen demnach voraussetzen, dafs es Stoffe von viel höher gesteigerten Spannkräften sind, welche seine Arbeitsleistung bedingen; es können diefs Producte sein, die aus dem Albumin unter Mitwirkung des Sauerstoffs entstanden sind und bei ihrer Bildung Wärme in sich aufgenommen haben, wie man diefs vom Chlorstickstoff bei seiner Bildung kennt, und die von v. Pettenkofer und Voit beobachtete, im Zustande der Ruhe sich im Körper aufspeichernde Sauerstoffmenge, ohne entsprechende Kohlensäurebildung, dürfte hierbei vielleicht in Betracht gezogen werden.

Es ist denkbar, dafs bei der Spaltung dieser Stoffe die aufgenommene Wärme in ihr mechanisches Aequivalent umgesetzt wird; in diesem Falle müfste eine Wärmeerzeugung, durch Oxydation, möglicherweise von stickstofffreien Stoffen, der Arbeitsleistung vorhergehen, jedenfalls sie begleiten.

Für die Existenz solcher Verbindungen im Muskel spricht vielleicht die Thatsache, dafs Frankland die Verbrennungswärme des Kreatins nicht bestimmen konnte, weil es in seinem Rohre stets heftig explodirte, ganz wie manche Cyanverbindungen es thun, wenn sie mit Salpeter oder chlorsaurem Kali verbrannt werden. Von dem Cyan wissen wir, dafs

es bei seiner Bildung eine höchst beträchtliche Menge Wärme absorbirt. Es soll damit nicht entfernt gesagt sein, ob und in welcher Weise das Kreatin an der Muskelarbeit betheiligt ist.

Die Beobachtung von Helmholtz, dafs die Temperatur des arbeitenden, von dem lebenden Körper getrennten Muskels merklich steigt, führt vielleicht bei genauer Ermittelung der mitwirkenden Bedingungen der Temperaturerhöhung, zur Entscheidung dieser Frage.

Das Schwierigste, was vielleicht nie erklärt werden wird, ist der Einfluſs der Nerven auf die Muskelarbeit. Der Muskel verhält sich als Apparat der Kraftbewegung offenbar ähnlich wie in den electrischen Fischen der Apparat zur Electricitätserzeugung.

In diesen Thieren wird freie Electricität durch einen Umsatz in den kleinen Säulen erzeugt, und es scheint stets ein gewisser Vorrath davon vorhanden zu sein, der im Zustand der Ruhe zerstreut in dem Erzeugungsapparat oder zu anderen Zwecken im Thier verbrauchbar ist; sie wird nicht im Momente des Verbrauches erzeugt.

Von dem Willen des Thieres, vermittelt durch die Nerven, hängt es offenbar ab, eine solche Anordnung in den Theilen seines electrischen Apparates zu gestalten, dafs die zerstreute freie Electricität gesammelt und zu Schlägen verbraucht werden kann. Häufige Entladungen ermüden das Thier und es bedarf der Ruhe und Nahrung, um den Vorrath der Electricität zu erneuern.

In ähnlicher Weise scheinen die Nerven im Muskelapparate zu wirken; durch ihren Einfluſs empfängt der Umsatz, welcher stetig vor sich geht, eine besondere Richtung

in der Art, dafs die vorhandene Molecularbewegung in eine Massenbewegung umgesetzt wird*).

Eine tiefer eingehende Erklärung der Vorgänge im Muskel, welche die Zusammenziehung des Muskelelementes bedingen, auf welcher sein Arbeitsvermögen beruht, würde auf dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens als ein Wagnifs angesehen werden müssen.

Wir sind nur darüber nicht in Ungewifsheit, dafs die Muskelkraft nicht wie die Bewegungskraft in einer Dampfmaschine erzeugt wird, und dafs die einfache Annahme, dafs

*) Nach den mikroscopischen Beobachtungen findet im Muskelelement bei seiner Zusammenziehung eine Trübung, beim Rückgang in die ursprüngliche Lage ein Wiederklarwerden statt, und es ist nicht unmöglich, dafs das Syntonin (richtiger Myosin, nach Kühne) eine gewisse Rolle bei dieser Erscheinung durch seine chemischen Eigenschaften spielt; ich habe mit dem Namen Syntonin eine besondere Form des Albumins bezeichnet, welche ausschliefslich nur im Muskel vorkommt, von sehr bemerkenswerthen Eigenschaften; es ist aufserordentlich löslich in sehr verdünnten Säuren, sowie in sauren phosphorsauren Alkalien, in schwachen Alkalien, Kalkwasser und Salzen mit alkalischen Basen (Dr. Pelican und Ilisch), und wird aus diesen Lösungen beim Neutralisiren in dicken, durch Wasseraufnahme aufquellenden Flocken gefällt. Es liefse sich denken, dafs im Zustande der Arbeit und darauf folgenden Ruhe das im arbeitsfähigen Muskel gelöste Syntonin durch abwechselndes Freiwerden von Alkali und Säure gefällt und wieder gelöst werde, und dafs, in einer elastischen Hülle eingeschlossen gedacht, das Syntonin in Folge einer Quellung bei seiner Abscheidung durch Wasseraufnahme einen starken Druck im Innern hervorbringen müsse, der bei seiner Wiederauflösung wieder verschwindet. Es ist diefs allerdings eine sehr rohe chemische Vorstellung, die mit der Volumabnahme des Muskels bei seiner Zusammenziehung kaum vereinbar ist, aber bemerkenswerth bleibt es immer, dafs durch einfache Befeuchtung mit einer schwachen Lösung von saurem phosphorsaurem Kali oder Milchsäure, welche das geronnene Syntonin lösen, eine vollständige Lähmung in einem frischen arbeitsfähigen Muskel sich einstellt. (J. Ranke.) Das electrische Verhalten des Muskels in der Ruhe und im Zustand der Arbeit könnte vielleicht zu Aufschlüssen führen.

beiden Arbeitsleistungen übrig bleibt, zur äufseren Arbeit verwendbar sein.

Als Arbeitsapparat und Kraftquelle des thierischen Körpers gewinnt die Bekanntschaft mit der chemischen Zusammensetzung des Muskels ein hohes Interesse; wir wissen aber leider sehr viel weniger davon, wie von seinen morphologischen Verhältnissen.

Wir unterscheiden im Muskel geformte und formlose Bestandtheile; der siebente Theil der trockenen Muskelsubstanz besteht aus löslichen und in der Hitze nicht gerinnbaren Stoffen; es sind diefs die sogenannten Extractivstoffe, welche dem zerriebenen Muskel durch kaltes Wasser entzogen werden können.

Harnstoff und Harnsäure kommen im gesunden Muskel nicht vor, nur einmal ist Harnsäure von Meifsner im Hühnerfleische in sehr geringer Menge wahrgenommen worden. (In 9 ℔ Hühnerfleisch einige Milligrammen.)

Die einfache, nie fehlende Gegenwart des Kreatins oder Kreatinins im Muskelfleisch aller höheren Thierklassen kann als ein Beweis für die Meinung betrachtet werden, dafs beide für die Oekonomie des Muskels nothwendig sind.

Manche Physiologen haben sie als zur Excretion bestimmt angesehen, weil namentlich Kreatinin häufig im Harne vorkommt.

Das Kreatin ist durch sein chemisches Verhalten ein Stoff, dem kein zweiter in der ganzen Chemie an die Seite gestellt werden kann; durch sehr schwache Einwirkungen, wie z. B. in einer gährenden Zuckerlösung (s. S. 63), verwandelt es sich in eine starke alkalische Basis und wieder rückwärts in einen neutralen Körper, lediglich durch Wasserabgabe oder Aufnahme, ohne dafs also beim Neutralwerden eine Säure mitwirkt; eine Verbindung von so merkwürdigen

Eigenschaften mufs für die Vorgänge im Apparat der Krafterzeugung eine gewisse Bedeutung haben.

Dafs diese Stoffe oder ein Theil davon das System verlassen, darüber kann wohl kein Zweifel bestehen, aber ich glaube, man geht zu weit, aus ihrer Gegenwart im Harn den Schlufs zu ziehen, dafs sie keinen Theil an den Vorgängen im Muskel genommen haben. Die organischen Alkalien, zu denen das Kreatinin gehört, sind Verbindungen eigener und sehr fester Art, und Jedermann würde es für unzulässig halten, aus dem Vorkommen des Chinins im Harn den Schlufs zu ziehen, dafs es ohne Einflufs auf die Vorgänge im Körper ist.

Inosinsäure ist nach den neuesten Beobachtungen von Seekamp ein constanter Bestandtheil des Ochsenfleisches, wahrscheinlich von allem Fleisch*), ebenso Hypoxanthin.

Die an Quantität überwiegenden nicht krystallisirbaren stickstoffreichen Bestandtheile des Muskelfleisches sind ihrer chemischen Natur nach so gut wie unbekannt; zu den stickstofffreien gehört eine Substanz, die sich sehr leicht in Milchsäure umsetzt, vielleicht Zucker (Meifsner) oder Inosit, der in gröfserer Menge im Herzmuskel vorkommt.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dafs Myosin oder Syntonin, Eiweifs, Bindegewebe, Nervensubstanz und Phosphate den Muskel nicht ausmachen, sondern dafs die anderen verbrennlichen, ihrer chemischen Natur nach so überaus merkwürdigen Materien, als eben so nothwendige Bestandtheile desselben angesehen werden müssen; alle zusammen haben Theil an den Vorgängen des arbeitenden Muskels und müssen als die Bedingungen derselben angesehen werden.

---

*) Ich habe vor Kurzem beträchtliche Mengen inosinsauren Baryt, aus Rindfleisch dargestellt, aus Fray Bentos erhalten.

Stärksten in der vierten und stellte sich in der fünften Periode wieder her.

Dr. Parkes' Abhandlung über die Ausscheidung des Stickstoffs in der Ruhe und Arbeit bei stickstoffloser Diät enthält noch eine ganze Anzahl sehr bemerkenswerther Resultate, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist; nur auf eines glaube ich die Aufmerksamkeit richten zu sollen.

Der Gewichtsverlust beider Individuen war während der anstrengenden Märsche bei gewöhnlicher und stickstofffreier Kost sehr beträchtlich.

Bei S. betrug in dieser Periode die Abnahme seines Körpergewichts 5 ℔ und 4 ℔; bei B. $4^3/_4$ und $1^1/_2$ ℔; der Grund dieses Gewichtsverlustes kann nicht zweifelhaft sein; durch einen gröfseren Sauerstoffverbrauch während der anstrengenden Arbeit konnten beide Individuen Fett von ihrem Körper verloren haben, aber der gröfste Theil des Verlustes war offenbar Wasser, und zwar nicht flüssiges Wasser, welches durch Trinken hätte ersetzt werden können, sondern in den Muskeln und Geweben gebundenes Wasser, welches in Folge des Umsatzes oder Schwindens der Muskelsubstanzen seinen Halt verloren hatte; die langsame Wiederherstellung des Körpergewichts und die nothwendige Mitwirkung der Nahrung beweisen, dafs die Gebilde, die in ihrem natürlichen Zustande das ausgetretene Wasser zurückgehalten hatten, in ihrer Beschaffenheit verändert worden waren; es dauerte bei S. und B. vier Tage, ehe sie ihr ursprüngliches Gewicht wieder erlangt hatten.

Man hat häufig den thierischen Organismus mit einer Eisenbahnlocomotive verglichen, in welcher durch das Zusammenwirken von Luft, Wasser und Brennmaterial Wärme und Kraft erzeugt wird; in der That sind Luft, Wasser und Speisen, die man im gewissen Sinne als Brennmaterial ansehen kann, nothwendige Bedingungen der Wärme und

Krafterzeugung auch im thierischen Körper, sie dienen aber noch zu anderen Zwecken.

Das Eisen und Kupfer, woraus die Maschinentheile der Locomotive bestehen, werden nicht durch das Brennmaterial zugeführt, und zur Herstellung und Erhaltung dieser Theile wird eine äufsere menschliche Kraft, die Kraft von vielen Arbeitern, verbraucht.

Die Verschiedenheit in der thierischen Maschine von der Locomotive ist, dafs die Speisen nicht allein nothwendig sind, um ihre Temperatur zu erhalten und Kraft zu erzeugen, sondern dafs sie auch das Material liefern, um ihre arbeitsfähigen Maschinentheile oder Organe aufzubauen und im Stande zu erhalten. Auch diefs geschieht nicht umsonst. Zum Aufbaue dieser Organe in der richtigen Form und Beschaffenheit, um die ihnen zukommende Arbeit zu verrichten, wird, wie zur Bearbeitung des Kupfers und Eisens in der Locomotive ein gewisses Quantum Kraft, allerdings in einer ganz anderen Weise, und zur Erzeugung dieser Arbeitskraft eine gewisse Quantität Stoff verbraucht.

Die Einrichtung der thierischen Maschine ist zuletzt so wunderbar, dafs bei Enthaltung aller Speise ihre eigenen Theile wieder verwendbar sind, um für eine Zeitlang ihren Bedarf an Wärme und Kraft auf ihre Kosten zu erzeugen.

Von dem ganzen Quantum der im thierischen Körper erzeugbaren Kraft wird ein Theil verbraucht zur inneren Arbeit, und zwar

a) zu allen unwillkürlichen Bewegungen: des Blutes, der Respirations und Verdauungsorgane u. s. w.;

b) zur Verarbeitung der Nahrung in die Stoffe, welche zum Aufbau und der Wiederherstellung der Organe überhaupt aller Körpertheile dienen,

und es kann erst der Rest von Kraft, welcher nach diesen

sie durch Verbrennung von stickstofffreien oder stickstoffhaltigen Stoffen im Muskel entsteht, uns in diesem so dunklen Gebiete ohne alle Hülfe läfst; sie ist eine Formel ohne Inhalt, die uns mehr verwirrt als nützt.

Ein Bestandtheil des Muskelelements mufs, wenn es einen mechanischen Effect hervorbringt, eine chemische Veränderung erleiden, es müssen aus seinen löslichen und beweglichen Bestandtheilen nach und nach neue oder andere Verbindungen gebildet werden, und dieſs so lange er arbeitsfähig ist. Genauere Untersuchungen werden uns hierüber Aufschlufs geben, vorläufig läfst sich mit Bestimmtheit betonen, dafs unter diesen Producten sich kein Harnstoff befindet, der weder im lebenden noch in dem vom Leibe getrennten Muskel nachweisbar ist.

Es folgt hieraus von selbst, dafs Muskelarbeit und die Erzeugung von Harnstoff in keiner directen Beziehung zu einander stehen, und dafs sonach die während eines Tages verrichtete Arbeit durch die an diesem Tage secernirte Harnstoffmenge nicht gemessen werden kann.

Die bewundernswürdigen Beobachtungen von Dr. Parkes lassen, wie ich glaube, über diesen Punkt keinen Zweifel zu; ich betrachte sie als die Grundlage des wahren Gesetzes, nach welchem wir den Muskelumsatz im thierischen Körper zu beurtheilen haben*).

Diese Versuche wurden mit zwei gesunden Soldaten (S. und B.) von ungleichem Körpergewichte angestellt, welche in 16 Tagen in ihrer Nahrung die gleiche Menge Stickstoff zu sich nahmen. Die Nahrung bestand aus Brod, Fleisch, Gemüse u. s. w. in einem solchen Verhältnisse, dafs ihr Körpergewicht beinahe genau constant erhalten werden konnte. Die Versuche zerfielen in fünf Perioden. In der ersten

*) Proceedings of the Royal Society Nr. 94, 1867.

verrichteten die beiden Männer ihre gewöhnliche Arbeit; in der zweiten blieben sie ruhend in demselben Zimmer meistens auf dem Bette liegend. In der darauf folgenden dritten Periode verrichteten sie ihre gewöhnliche Arbeit, in der vierten, der anstrengenden Arbeit, machten sie am ersten Tag einen Marsch von 24 engl. Meilen auf ebenem Grunde, am zweiten von 35 Meilen. In der fünften Periode verrichteten sie ihre gewöhnliche Arbeit.

Die in diesen fünf Perioden secernirte Harnstoffmenge betrug :

I. Periode. — Gewöhnliche Beschäftigung.
Mittel von 4 Tagen : S. 36,374 — B. 37,134 Grm. Harnstoff.

II. Periode. — Ruhe.
Mittel von 2 Tagen : S. 38,348 — B. 39,100 Grm. Harnstoff.

III. Periode. — Gewöhnliche Beschäftigung.
Mittel von 4 Tagen : S. 36,223 — B. 37,534 Grm. Harnstoff.

IV. Periode. — Anstrengende Arbeit.
Mittel von 2 Tagen : S. 38,643 — B. 40,328 Grm. Harnstoff.

V. Periode. — Gewöhnliche Beschäftigung.
Mittel von 4 Tagen : S. 40,811 — B. 38,909 Grm. Harnstoff.

Diese Resultate setzen, wie ich glaube, auf eine unzweideutige Weise fest, dafs die während der Muskelarbeit umgesetzten Stickstoffverbindungen in letzter Form als Harnstoff austreten, und dafs diefs vollständig nicht am Arbeitstage, sondern erst später geschieht.

In der zweiten Periode, der Ruhe, *vermehrte* sich bei beiden Individuen die secernirte Harnstoffmenge; sie blieb in der dritten Periode die nämliche wie in der ersten; sie *stieg* in den beiden darauffolgenden anstrengenden Marschtagen beträchtlich und auch in der fünften Periode gewöhnlicher Beschäftigung *war sie immer noch höher*, als in der ersten und dritten Periode.

Damit in Uebereinstimmung fiel das Körpergewicht in der zweiten Periode, stieg in der dritten Periode, fiel am

Es ist diefs kaum ein Schlufs, vielmehr eine Thatsache, die keiner Begründung bedarf, und wenn man die geformten Muskelbestandtheile als die Maschinentheile ansieht, so müssen die anderen beweglichen Muskelsubstanzen als das Arbeitsmaterial gelten.

Von diesem Gesichtspunkte aus erweitert sich, wie ich glaube, unser Verständnifs des Ernährungsprocesses, den wir bis jetzt nur nach seinen gröbsten Umrissen kennen, und die Verschiedenheit desselben in den Fleisch- und Pflanzenfressern tritt klarer hervor.

In den Pflanzen werden die Albuminate erzeugt, welche der Pflanzenfresser in Muskelfleisch verarbeitet; die Carnivoren leben von dem Fleische des Pflanzenfressers; der Organismus des Fleischfressers ist nicht unfähig, aus Pflanzenalbuminaten Fleisch zu erzeugen, aber er ist für sein Fortbestehen und seine Entwickelung auf die Verarbeitung von Pflanzenalbuminaten in Fleisch, von der Natur nicht angewiesen.

Der Organismus des Pflanzenfressers besitzt durch die ihm eigenen Einrichtungen die Fähigkeit, die ihm zur Nahrung dienenden Futterstoffe zu verarbeiten und in Theile seines Leibes überzuführen.

Dem Fleischfresser geht diese Fähigkeit völlig ab, sein Körper ist für die Verarbeitung von vegetabilischen Nahrungsmitteln, so wie sie die Natur darbietet, nicht geeignet.

Es ist unmöglich, ein fleischfressendes Thier mit Erbsen, Korn oder Gras zu ernähren; das Thier frifst diese Stoffe nicht und läfst sich auch nicht daran gewöhnen; seine Freswerkzeuge sind zum Zerreifsen und Verschlingen, nicht zum Verkauen eingerichtet; die ihm zukommende Fleischnahrung bedarf, um assimilirbar zu werden, keiner Kauarbeit.

Es gelingt der Kunst des Menschen einem dieser Mängel, aber nicht allen, abzuhelfen und manche vegetabilische Nahrungsstoffe auch für Fleischfresser dienlich zu machen,

indem er z. B. das Korn in Mehl verwandelt; mit Brod oder Mehl in Form von Brei, Klöfsen oder Schmarn mit oder ohne Zusatz von Fett, können fleischfressende Hausthiere ernährt werden.

Die Ernährung des Fleischfressers mit solchen zubereiteten vegetabilischen Nahrungsmitteln ist immer unvollständig; sie nehmen ein grofses Volumen ein, und sein Verdauungsapparat ist für die Bewältigung gröfserer, für seinen Bedarf in einer gegebenen Zeit ausreichender Massen, nicht eingerichtet.

Die Ueberführung der Pflanzenalbuminate in Fleisch, in die Apparate seiner Kraft- und Wärmeerzeugung, die Verdauung des Stärkmehls, überträgt seinem Körper Arbeitsleistungen, die ihm seine natürliche Nahrung beinahe völlig erspart. Ein grofser Theil von der Summe seiner inneren Kraft geht in der Verarbeitung dieser Stoffe auf; er verliert seine Wildheit und wird seinem Character nach dem Pflanzenfresser ähnlich. Als Versuchsobject zur genaueren Ermittelung aller Ernährungsvorgänge ist darum ein Fleischfresser nicht tauglich.

Im Gegensatze hierzu sind die Arbeitsorgane des Pflanzenfressers, sein Kau- und insbesondere sein Verdauungsapparat nicht blofs zur Verkleinerung, sondern auch für die Aufnahme und Verarbeitung sehr viel gröfserer Massen von vegetabilischen Futterstoffen eingerichtet; in unseren eigentlich fleischproducirenden Hausthieren geht nahezu, die ganze Summe der in ihrem Leibe erzeugbaren Kraft, für die innere Arbeit auf; aufser für die Tragung und Bewegung ihres Körpers verrichten sie keine äufsere Arbeit; was ihnen durch Zwang an äufserer Arbeit auferlegt wird, geht ihrer inneren, nämlich der Fleischerzeugung ab.

Vergleichen wir das Fleisch mit den Albuminaten, so fällt der Unterschied zwischen beiden sogleich in die Augen.

Der Einfluſs schwerverdaulicher Nahrungsmittel oder einer Störung der Verdauung auf die Thätigkeit aller übrigen Organe im Körper, auf die mechanische Arbeit der Glieder, die Gehirnarbeit, den Schlaf ist bekannt genug. Es ist einleuchtend, daſs schwer verdauliche Nahrungsmittel eine längere, leicht verdauliche eine kürzere Zeit für ihre Verdauung erheischen und daſs die Zeit im Verhältniſs zur Arbeitsleistung stehen muſs; je kürzer die Zeit der Verdauung ist, je mehr wird erspart an Kraft, welche selbstverständlich den übrigen Organen zuwächst. Von diesem Gesichtspunkte aus, der Ersparung der Arbeitskraft, gewinnt die Kunst der Zubereitung der Speisen für die Menschen sowohl, wie für die Thiere eine hohe Bedeutung.

„Die Suppen und der Brei", sagt Hippocrates, „sind erfunden worden, weil die Erfahrung die Menschen belehrte, daſs die Speisen, welche sich für den Gesunden eignen, für den Kranken nicht dienlich sind."

„Ich habe bereits den bemerkenswerthen Erfolg erwähnt, den man durch die einfache mechanische Zertheilung gewisser vegetabilischer Nahrungsmittel, für ihre Verdauung im Körper des Fleischfressers erzielt; sie erspart ihm die Kauarbeit und erhöht ihre Verdaulichkeit; es ist wahrscheinlich, daſs durch Kochen des Mehls zu Brei, durch die Ueberführung des Stärkmehls in Dextrin und Zucker und geeignete Zusätze, ihr Nährwerth für ein solches Thier noch verstärkt werden könnte."

Für den Menschen im Besonderen ist die richtige Wahl und Zubereitung seiner Speisen, zur Entfaltung und Aeuſserung aller seiner Kräfte von hoher Wichtigkeit.

---

werden sollen; wenn das Walzwerk in Thätigkeit ist, leistet der Hammer nur schwache Dienste und wenn der Hammer arbeitet, lassen sich nur leichte Bleche walzen.

Man kann das Brod, welches den Menschen erhält, mit dem Heu im gewissen Sinne vergleichen, womit man ein Pferd ernährt; aber mit Heu allein, lassen sich nicht alle Fähigkeiten des Pferdes zur vollen Entwickelung bringen.

Man darf nur den Brod und Kartoffel essenden deutschen mit dem Fleisch verzehrenden englischen und amerikanischen Arbeiter in ihren Arbeitsleistungen vergleichen, um sogleich zur Klarheit darüber zu kommen, in welchem Grade die Natur der Speisen bei den letzteren, z. B. der Fleischgenufs, die Gröfse, Energie und Ausdauer der Arbeit steigert; oder den englischen Staatsmann, der in einer fünf- und mehrstündigen Rede in einer Kammerdebatte seine Ansichten erläutert und die seiner Gegner bekämpft, der in seinem 60. Jahre seine volle Jugendkraft in den anstrengendsten Jagden bewährt, mit dem deutschen Gelehrten, der in demselben Alter den Rest seiner Kräfte sparsam zusammenhält, um noch leistungsfähig zu sein, und den ein Spaziergang von ein paar Stunden erschöpft *).

*) Am hohen Goldberg in der Rauris arbeiten die Bergleute in einer Höhe von 7500 Fufs über dem Meere und es können nur vollkommen gesunde, kräftige Männer den Berggang ertragen. Als Regel gilt, dafs bei einem Lebensalter von rund 40 und einer Dienstzeit von 20 Jahren der Rauriser Knappe nicht mehr fähig ist, den Berggang auszuhalten.

Am Rathhausberg bei Böckstein liegt das Berghaus Hieronymus 6064 Fufs, jenes bei Kristof 6700 Fufs hoch, das eine 1500, das andere 800 Fufs niedriger, als in der Rauris, und in diesen Höhen wird der Bergmann erst in einem Alter von rund 50 und einer Dienstzeit von 30 Jahren arbeitsunfähig. Athmungsbeschwerden und daraus hervorgehende Krafterlahmung, vornehmlich in den Füfsen, zwingen den Bergmann, den Dienst als untauglich hierzu aufzugeben. Der Einfluſs der Höhe auf den körperlichen Zustand eines arbeitenden Mannes ist in diesen unbezweifelbaren Thatsachen bemerklich genug, und daraus erklärlich, dafs mit der Abnahme des Luftdruckes, zu der täglichen Arbeitsleistung durch die Glieder, eine dauernd gesteigerte Arbeit der Athemmuskeln für

Die einfache Verminderung des Schlafes, in Folge von schwer verdaulicher Nahrung bringt in dieser Beziehung einen Unterschied hervor.

Man versteht ferner, dafs für einen Carnivoren zwei Gewichtstheile Albuminate in Form von Brod genossen, nicht äquivalent sein können mit zwei Gewichtstheilen Albuminaten in seiner Fleischnahrung; in letzterer empfängt er nicht nur die Albuminate in concentrirter, für den Umfang und die Leistungsfähigkeit seiner Verdauungsorgane passendsten Form, sondern er empfängt auch in dem Fleisch alle Bestandtheile seines Muskelsaftes; für den Fleischfresser bedarf das genossene Fleisch eines Minimums von innerer Arbeit, um dessen Bestandtheile rückwärts wieder, in seinen arbeitleistenden Muskelapparat überzuführen und für die anderen Bedürfnisse seines Körpers dienlich zu machen.

Die Umwandlung von einem Theile der Pflanzenalbuminate in die löslichen Muskelsubstanzen würde in seinem Körper eine gewisse Arbeit erheischen, die ihm durch deren Zufuhr im Fleische so gut wie vollständig erspart wird *).

Beim Braten und Kochen des Fleisches gerinnen die

---

*) Hieraus erklärt sich vielleicht eine von Bischoff und Voit am Hunde beobachtete auffallende Thatsache in Beziehung auf die Zunahme am Körpergewicht bei Fleischnahrung die, in gleichem Grade beim Pflanzenfresser nicht vorkommt.

Ein durch Brodfütterung herabgekommener Hund von 34 Kilogrm. Gewicht nahm bei Fütterung mit 1800 Grm. reinem Fleisch am ersten Tage um 600 Grm. Gewicht zu. Ein ganzes Drittel des genossenen Fleisches blieb in seinem Körper und vermehrte sein Körpergewicht um $^1/_{68}$.

Bei der Mästung des Rindviehes dagegen gilt als Regel, dafs für die Zunahme an Körpergewicht um 1 Pfund (= 125 Grm. trocken gedacht) die vier- bis sechsfache Menge von Albuminaten im Futter gereicht werden mufs; ein ziemlich sicheres Anzeichen, wieviel mehr Arbeit und Material für die Fleischerzeugung der Pflanzenfresser verbraucht.

Fleischalbuminate, die löslichen Muskelbestandtheile treten in die Flüssigkeit über, die im gebratenen Fleische wie in einem Schwamme nahe vollständig, im gekochten in kleinerem Verhältnisse enthalten sind; die Physiologen haben die bemerkenswerthe Beobachtung gemacht, dafs die durch die Hitze geronnenen Fleischalbuminate durch Kauen gehörig zertheilt noch löslicher oder, wie man sagt, noch verdaulicher sind, als im rohen Zustande; die rohen und gekochten Albuminate werden im Magen in einerlei Producte (Peptone) übergeführt, und die allgemeinste Erfahrung giebt zu erkennen, dafs das gebratene Fleisch oder das gekochte, mit der Brühe genossen, den gleichen Ernährungswerth besitzen, der dem rohen Fleische angehört, welches der Fleischfresser geniefst, und dafs mithin den löslichen Muskelbestandtheilen im gekochten Fleische die nämlichen Wirkungen im menschlichen Körper zukommen müssen, die sie in dem Organismus des Fleischfressers äufsern.

Von allen Organen im Körper sind die Verdauungswerkzeuge die umfangreichsten; sie haben, nach dem Herzen und den Athemmuskeln, vorübergehend die stärkste innere Arbeit zu verrichten. Ein bedeutend entwickelter Muskelapparat arbeitet stundenlang, um die verhältnifsmäfsig schweren Massen der Speisen in Bewegung zu setzen und die Mischung aller ihrer Theile mit dem secernirten Magensaft zu vermitteln, und es ist leicht verständlich, dafs die Kraft, welche diese Muskeln verbrauchen, vorzugsweise den Muskeln der willkürlichen Bewegung abgehen mufs; daher denn die äufsere Ruhe eine der Bedingungen einer kräftigeren Verdauung*).

*) Man versteht den Einflufs verschiedener arbeitender Apparate aufeinander leicht, wenn man sich an die Vorgänge in einer industriellen Werkstätte erinnert, in welcher durch einen einzigen Dampfkessel, d. h. durch die verfügbare Kraft, mehrere Maschinen, z. B. ein Walzwerk und ein Hammerwerk im Gang erhalten

In 100 Theilen frischem magerem Muskelfleisch (Rind) sind :

Fett und Fleischmilchsäure	1,18	
Syntonin, Fleischalbumin	18,00	
Gewebe, Gefäfse und Nerven	1,50	
Verbrennliche, lösliche Materien, Extractivstoffe	2,64	24,12
Lösliche Salze	0,66	
Unlösliche Phosphate	0,14	
Wasser		75,88

Die Pflanzenalbuminate, welche im Leibe des Pflanzenfressers zur Erzeugung seines Fleisches dienen, sind chemisch identisch mit dem Syntonin und Eiweifs des Fleisches; weit mehr weichen die Gewebe und Gefäfse in ihrer Zusammensetzung von den Albuminaten ab, am Stärksten die verbrennlichen löslichen Bestandtheile der Muskelsubstanzen.

Es ist hieraus ersichtlich, dafs die Ueberführung der Pflanzenalbuminate in Fleischalbuminate den kleinsten, die Erzeugung der löslichen Bestandtheile des Muskels, den gröfsten Aufwand an innerer Arbeit erheischen, und da diese mit dem Verbrauche an Stoff im Verhältnifs steht, so bedürfen sie zur Erhaltung oder Vermehrung ihres Körpergewichtes eine gröfsere Masse von Albuminaten.

In dem lebenden Organismus kommen die nämlichen mechanischen Gesetze, welche die Arbeit in der unorganischen Natur beherrschen, zur vollen Geltung; und so hat denn die Beschaffenheit des Futters, den gröfsten Einflufs auf die äufseren Arbeitsleistungen der Thiere.

In der Beurtheilung und Anwendung dieser Verhältnisse ist die Kunst wie gewöhnlich der Wissenschaft weit voraus, freilich ohne sie erklären zu können, was die Aufgabe der Kunst allerdings nicht ist.

Der Thierzüchter unterscheidet Kraftfutter vom gewöhnlichen Futter. Zu dem Kraftfutter gehören die Samen der

Getreidearten und Leguminosen, welche am Reichsten an Pflanzenalbuminaten und Stärkmehl, den leichtverdaulichsten Pflanzennährstoffen sind; sie erfordern weniger innere Arbeit und sehr viel weniger Zeit zu ihrer Verarbeitung in dem Magen der Thiere und zu ihrer Ueberführung in den Kreislauf, als die Nährstoffe im Gras und Heu, und man versteht, welchen mächtigen Einfluss der Zusatz von Hafer zum Heu, auf die Energie des Pferdes, der Bohnen und Erbsen auf die Fleischerzeugung beim Rindvieh und Schwein ausüben muss.

Was an innerer Arbeit dem Thiere in der einen Richtung erspart wird, wächst dem Thiere in einer anderen Richtung zu.

Ganz dieselben Gesetze gelten für den Menschen, der die Eigenthümlichkeiten der pflanzen- und fleischfressenden Thiere in sich vereinigt.

Es giebt grosse Gesellschaftsclassen, ganze Völkerschaften, welche ausschliefslich von vegetabilischer Nahrung leben und die volle Arbeitsfähigkeit der Arbeitsthiere besitzen; aber der Mensch kann im grofsen Ganzen genommen zu höheren, namentlich zu energischeren Arbeitsleistungen das Fleisch, eine viel höher potenzirte Nahrung, nicht entbehren.

Im besonderen Grade gilt diefs für die Arbeiten des Gehirns oder die geistige Arbeit, welche das Thier nicht zu verrichten hat, und die einen eben so grofsen, vielleicht noch gröfseren Aufwand an innerer Kraft erheischen, als die mechanische Arbeit durch die Glieder. Zu ihrer Unterhaltung ist dem Menschen eine künstlich zubereiteten Nahrung von besonderem Nutzen und Jedermann weifs, dafs wenn seine Verdauungsorgane in Conflict mit seinen Speisen kommen, dafs die geistige und körperliche Arbeit dadurch leidet. Die Nahrung mufs so beschaffen sein, dafs man die Verdauungs- und gewisse innere Arbeiten nicht empfindet.

Für grofse dauernde geistige und körperliche Arbeitsleistungen gehören nicht blofs gute Verdauungswerkzeuge, sie sind eben so sehr bedingt durch die richtige Wahl der Speisen, welche so beschaffen sein müssen, dafs sie, um zu ihrer vollen Wirkung in dem Körper des Arbeitenden zu gelangen, den kleinsten Bruchtheil seiner verfügbaren Kraft in Anspruch nehmen, so dafs ein um so gröfserer Rest zur vollen freien Verfügung des Individuums verwendbar bleibt.

Auf die Bekanntschaft der richtigen Ernährung zu den Arbeitsleistungen kommt es denn doch bei dem Menschen vorzugsweise an. Wir müssen uns nach ganz anderen Factoren zur Beurtheilung dieser Verhältnisse umsehen, seitdem wir den Harnstoff als Mafs der Arbeit, und wie die Versuche von Dr. Parkes beweisen, auch als ausschliefsliches Mafs für die Zu- und Abnahme des ruhenden und arbeitenden Körpers leider verloren haben.

Die Leistungen der Kunst, die sich mit der Zubereitung der Speisen beschäftigt, sind in Beziehung auf die Ersparung der Kraft und der Steigerung der Wirkungen der Speisen, in der Zeit, wahrhaft bewundernswürdig. Durch den Einfluſs der Siedehitze wird, wie erwähnt, die Ernährungsfähigkeit der Hauptbestandtheile der Nahrung eher erhöht als vermindert; das Braten und Kochen, das lange und schwache

---

die Athmung und des Herzens für den Blutkreislauf hinzukommt, welche den Körper früher aufreibt.

Auf die Arbeit selbst hat die Qualität der Nahrung dieser Bergleute einen ganz entschiedenen Einfluſs; denn während der Arbeiter am Rathhausberg mit Waizenmehl, Brod, Rindschmalz und Milch auskommt, muſs der Arbeiter in der Rauris, in einer 1500 Fuſs höheren Region, mitten in den Gletschern, um überhaupt arbeitsfähig zu sein, noch dazu 0,7 Pfd. (392 Grm.) Fleisch und $^1/_4$ Pfd. Bohnen verzehren, was eine weitaus ungenügende Ration ist, um ihn über sein vierzigstes Jahr hinaus, im kräftigsten Mannesalter, arbeitsfähig zu erhalten (s. Chem. Briefe, Bd. II, S. 484).

Sieden bei der Zubereitung der verschiedenen Fleischsorten von Säugethieren, Fischen und Geflügeln, die Wahl der Gemüse und Saucen, welche den einzelnen Gerichten beigegeben werden; alles ist wie berechnet für den Zweck der Zertheilung, der Ergänzung und Verstärkung ihrer wirkenden Bestandtheile und Verkürzung der Zeit der Verdauungsarbeit oder der leichteren Verdauung. Der Zucker und Milchzucker machen bei dem Kinde schon einen Unterschied und geben beiden einen Vorzug vor dem Stärkmehl.

Der erfahrene Koch legt den höchsten Werth als Zusatz zu seinen Producten auf die löslichen Bestandtheile des Muskels der Säugethiere, das Arbeitsmaterial des Muskels; aus den Fleischabfällen der Küche bereitet er sich einen Extract im Vorrath, dessen Name *Stock*, den der englische Koch diesem Extracte in dem Sinne von „Bereicherung“ oder „Grundlage“ giebt, die hohe Bedeutung hinlänglich bezeichnet, die er ihm als Bestandtheil und Zusatz zu seinen Speisen beilegt.

Es ist völlig unverständlich, dafs der Werth der Extractivstoffe des Fleisches für die Diätetik nicht längst erkannt und als völlig festgestellt betrachtet wird und über ihre Bedeutung für den Menschen, selbst bei Aerzten noch Zweifel herrschen, während die Bekanntschaft mit der Wirkung dieser Stoffe in der Form von Fleischbrühe und Suppen zur Hebung der Kräfte des Genesenden nicht nach Jahrhunderten, sondern seit Hippocrates Zeiten bemessen werden mufs.

Es ist klar, dafs diese Stoffe in der Form von Suppen oder Saucen, überhaupt als Zusatz zur vegetabilischen Nahrung, im Körper des Menschen dieselbe Wirkung besitzen müssen, die ihnen, im Fleische genossen, zukommt.

In Beziehung auf die Wahl der Speisen, entsprechend den Bedürfnissen des Menschen, ist der Instinct, geleitet durch den Wächter der Gesundheit, den Geschmack, ein

untrüglicher Führer; er kann wohl vorübergehend, aber auf die Dauer nicht getäuscht werden. Wie mit Fracturschrift steht das Naturgesetz neben den Eingängen der Münchener Bierkeller in der unvermeidlichen, nie fehlenden Käsbude geschrieben. Der Bierconsument genieſst sein Respirationsmaterial in Form von Bier, und den zur Blutbildung und Krafterzeugung unentbehrlichen Stoff in der Form von Käse, und da das Bier seiner Respirationsarbeit leichter dient, als das Fett, so hafst er das Fett und erklärt es für ungesund; er ifst beim Bier seinen Käse ohne Butter.

Die Extractivstoffe des Fleisches treten, in den Speisen zugeführt, als wahre Nährstoffe für ihre identischen, aus den Albuminaten zu erzeugenden Producte ein. Die einfachsten Beobachtungen dürften sehr bald über diese Wirkung jeden Zweifel beseitigen.

Die Versuche von Bischoff und Voit haben die Thatsache festgestellt, dafs dem Leim in Verbindung mit Fleisch ein beträchtlicher Nährwerth ($^1/_4$ des Eiweifses) zukommt, so zwar, dafs ein Hund von 36 Kilogrm., der bei Ernährung mit 500 Grm. Fleisch allein, in 4 Tagen um 1 Pfd. an seinem Körpergewichte verlor, bei Zusatz von 200 Grm. Leim zu derselben Menge Fleisch in 3 Tagen dagegen um 134 Grm. an Körperfleisch zunahm.

Nach allen unseren Kenntnissen von der Natur des Leims und seiner Zusammensetzung läfst sich dieses Nährvermögen nicht daraus erklären, dafs der Leim oder ein Theil davon zu Eiweifs wird und die genossene Menge Eiweifs dadurch vermehrt; sondern weil er die Stelle von gewissen, dem Organismus nöthigen Producten vertritt, welche gleichfalls und leichter im Körper aus dem Leime erzeugbar sind, als aus Eiweifs, und dafs er dem Thiere in Folge hiervon an Arbeit und eine gewisse Menge für andere Zwecke verwendbares Eiweifs erspart.

Ein Hund kann mit gekochtem Brei von ganzem Korn bei Zugabe von Knochen vollständig und nahezu eben so gut, wie mit Fleisch allein, ernährt werden.

Ich glaube, dafs der Mangel an Verständnifs der Ernährungs- und diätetischen Gesetze auf zwei irrige Vorstellungen zurückgeführt werden mufs; die eine ist, dafs man bei Versuchen über Ernährung *ein* Thier als den Repräsentanten *aller* Thiere häufig angesehen und sich berechtigt geglaubt hat, aus dem Resultate solcher Versuche mit diesem einen Thier Folgerungen für den Ernährungsprocefs im Allgemeinen, von dem des Fleischfressers z. B. auf das Verhalten des Pflanzenfressers zu ziehen, und von der Wirkung, welche die vegetabilische Nahrung im Körper des Fleischfressers hat, rückwärts Schlüsse auf den Ernährungswerth des Fleisches und umgekehrt zu machen.

Der ungleiche Kraftverbrauch in Individuen verschiedener Thierclassen oder die Erzeugung von Kraft zur Verrichtung von inneren und äufseren Arbeiten kommt bei vielen Physiologen weiter nicht in Betracht; für manche sogar ist der Thierkörper nichts anderes, als eine Maschine, welche Eiweifs in Harnstoff umsetzt.

Ein zweiter eben so grofser Irrthum liegt darin, dafs manche Physiologen dem Eiweifs eine Wirkung zuschreiben, die ihm, seiner Natur nach, gar nicht zukommt.

Das Eiweifs ist nichts anderes für den Thierkörper, als was Kohlensäure, Wasser und Ammoniak für die Pflanzen sind, und so ist denn sein Werth hoch genug. Neben der Bedeutung, welche das Wasser für die Pflanze hat, indem es ihr den Wasserstoff liefert, besitzt es noch einen anderen chemischen Werth für die Pflanze, welcher darin besteht, dafs das Wasser die Aufnahme der Kohlensäure und die Zufuhr der mineralischen Nährstoffe vermittelt; eben so hat die Kohlensäure, welche den Kohlenstoff liefert, den beson-

deren Werth, dafs sie gewisse Nährstoffe, welche das Wasser nicht löst, löslich macht; und ähnliche Eigenschaften besitzt denn auch das Eiweifs, aber besondere Wirkungen kommen dem Eiweifs nicht zu, und es ist ein Fehler im Verständnifs der Natur des Eiweifses, wenn man glaubt, mit dem Eiweifsbegriff physiologische Erscheinungen erklären zu können. Das Eiweifs wirkt nur durch die Dinge, die daraus erzeugt werden, und so ist es mir so gut wie unmöglich, mich in die modernen Begriffe von Organ-Eiweifs und circulirendem Eiweifs hineinzufinden, die denn doch einerlei Ding sind; sie verwirren mich zuletzt in dem Grade, dafs ich, um einen trivialen Ausdruck zu gebrauchen, Rechts von Links nicht mehr zu unterscheiden weifs.

Alle verbrennlichen geformten Bestandtheile des thierischen Leibes sind veränderte Eiweifsatome, ganz so, wie die Bestandtheile des Pflanzenleibes veränderte Kohlensäureatome sind, und es ist ganz gewifs, dafs die meisten im Thierleibe aus dem Eiweifs entstandenen Producte, als Nahrung genossen, sich in dem Processe der Ernährung und Krafterzeugung und in besonderen Vorgängen jedes in eigener Weise zu vertreten vermögen, wie diefs vom Zucker und allen Fetten und ihren Derivaten, dem Alkohol u. s. w. in dem Processe der Wärmeerzeugung geschieht. Die beschränkten Begriffe von Nahrungsmitteln, die auf der Beobachtung der Vorgänge in dem Körper der Pflanzen- und Fleischfresser beruhen, müssen für den Menschen erweitert werden.

Da man unter „Verdauung“ im chemischen Sinne nichts Anderes verstehen kann, als den Procefs der Umsetzung der Colloïde in der Nahrung (zu denen das Albumin, der Käsestoff, der Leim, Stärkmehl und Gummi u. s. w. gehören) in einen diffundirbaren Zustand, so begreift man, dafs die in der Nahrung genossenen Bestandtheile des Muskelsaftes ihrer Hauptmasse nach keiner Verdauung bedürfen, und dafs sie,

in der Fleischnahrung und für sich genossen, zuerst und lange vorher, ehe das Eiweifs löslich im Magen geworden ist, in den Kreislauf übergehen und die ihnen zukommende Wirkung äufsern; sie gehören zu den normalen Bestandtheilen des Fleisches und müssen als hochpotenzirte wahre Nahrungsmittel angesehen werden, nicht, wie ich ausdrücklich wiederhole, in der Bedeutung, welche das Eiweifs als Nährstoff besitzt, sondern in einer viel höheren; es ist unmöglich, mit diesen Stoffen das Eiweifs in seinen Functionen zu vertreten, aber es kommt ihnen eine Wirksamkeit zu, ohne von Eiweifs begleitet zu sein; es sind Arbeit ersparende und in gewisser Richtung Kraft erhöhende Nährstoffe.

In gleicher Weise mufs der Leim zu den Eiweifs ersparenden Nährstoffen gerechnet werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus studirt, werden wir, wie zu hoffen ist, eine ganz andere Einsicht von der Wirkung vieler Genufsmittel zu erwarten haben, und selbst die Wirkung mancher Arzneimittel wird durch die Erweiterung des Ernährungsbegriffes erklärbar werden.

Ich halte es für ganz unbezweifelbar und sicher, dafs bei unzureichender Fleischnahrung durch den Zusatz der Extractivstoffe des Fleisches zur Pflanzennahrung, immer vorausgesetzt, dafs diese eine hinlängliche Menge von Albuminaten in verdaulichem Zustande enthält, der vegetabilischen Nahrung der nämliche Wirkungswerth, den die Fleischnahrung im Körper des Menschen hat, verliehen werden kann, und dafs zuletzt die Beigabe des Fleischextractes das einzige Mittel ist, was uns zu Gebote steht, um beim Menschen den Mangel an Fleisch bei Pflanzenkost auszugleichen *). Ueber Dinge dieser

*) Versuche, welche Dr. E. Bischoff auf meine Veranlassung vornahm, durch Zusatz von Fleischextract zu Brod dessen Ernährungs- und Aufnahmsfähigkeit bei einem Hunde zu steigern, haben, wie sich durch richtigere Beurtheilung bereits bekannter Thatsachen

Art läfst sich nicht streiten, ihr diätetischer Werth mufs an Menschen, nicht an Hunden der Prüfung unterworfen werden.

---

hätte voraussehen lassen, keinen Erfolg gehabt; sie scheiterten an der Natur des Carnivoren. Das Thier konnte die für seinen Bedarf zur Erhaltung seines Körpergewichts erforderliche Menge der vegetabilischen Nahrung nicht fressen und das gefressene Stärkmehl nicht vollständig genug verdauen.

In den Versuchen von Bischoff und Voit (S. 210) ergab sich, dafs ein 34 Kilogrm. schwerer Hund 40 Tage lang mit Brod, so viel er fressen konnte, ernährt, nicht mehr als 771 Grm. Brod frafs, und nur $^7/_8$ davon, nämlich 676 Grm. Brod, verdauen konnte, der Rest ging in den Koth, in welchem unverdautes Stärkmehl nachweisbar war.

In den assimilirten 676 Grm. Brod berechnen sich :

Brodalbuminat	*Stärkmehl*
$55^1/_2$ Grm.	299 Grm.

Rechnet man das Stärkmehl in sein Aequivalent Fett (24 Stärkmehl = 10 Fett) um, und nimmt man an, der Zusatz von Fleischextract *habe das Brodalbuminat geradeauf in Fleisch verwandelt*, so würde der Hund empfangen haben :

in Form von Fleisch	*von Fett*
257 Grm.	125 Grm.

Diese Ration ist für einen Hund von 34 Kilogrm. nicht genügend, um sein Körpergewicht zu erhalten; das Thier bleibt im Zustande der Verhungerung; die Erhaltung seines Körpergewichts wäre nur dann zu erwarten gewesen, wenn zu der assimilirten Stärkemenge die vierfache Menge an Pflanzenalbuminaten, z. B. in Form von Kleber, zugesetzt worden wäre, oder wenn auf die verzehrte Menge Brodalbuminat es dem Hunde möglich gewesen wäre, die doppelte Menge Stärkmehl zu verdauen; er konnte aber die einfache Menge nicht bewältigen.

Nimmt man an, dafs der mit Brod ernährte Hund eben so viel Stickstoff als Darmsecret im Kothe abgiebt, als der mit Fleisch gefütterte und bringt diesen Stickstoff in Rechnung, so ergiebt sich, dafs der Hund das Brodalbuminat bis auf $6^1/_2$ pC. verdaute.

Vergleicht man die Ration rein vegetabilischer Nahrungsmittel, welche einen Menschen vollkommen arbeitsfähig erhält, mit der, welche ein Hund bewältigen kann, so fällt der Unterschied in dem Verdauungsvermögen beider sogleich in die Augen. Ein Holzknecht (Reichenhall) empfängt von seinem Herrn, wenn er am Montag nach dem Frühstück in den Berg geht, 3,4 Zollpfund Schmalz, 7,8 Pfd. Mehl und 4,5 Pfd. Brod; er kommt Samstags

Es ist schon Recht, dafs man das Einzelne erforscht, um das Ganze in seinem Werden und Wirken zu begreifen, aber um das Einzelne richtig zu interpretiren, mufs man ein klares Bild vom Ganzen in seiner vielseitigen Erscheinung und Begrenzung haben.

Ich weifs so ziemlich die Bedeutung von Experimenten und Thatsachen zu schätzen und wie ungleich an Werth sie für Schlüsse sind. Die einfache Beobachtung einer Naturerscheinung, die ohne unser Zuthun sich gestaltet, ist sehr

---

Abend nach Hause und ifst zu Hause zu Nacht. Die angegebene Nahrung mufs also für fünf volle Tage reichen; sie entspricht — das Stärkmehl in Fett und das Brod in Fleisch umgerechnet — 100 Mehl = 140 Pfd. Brod, worin 8 pC. Albuminate; pro Tag:

Fleisch	*Fett*
540 Grm.	626 Grm.

Nimmt man das Gewicht des Holzknechtes rund zu dem doppelten Gewichte des Hundes = 68 Kilogrm. an, so empfängt er demnach in seiner Mehl- und Fettnahrung nahe dieselbe Menge Fleisch, wie der Hund, aber $2^1/_4$ mal so viel Respirationsmaterial, und dieſs ist es, was dem Hunde fehlte und was sein Körper zuschiefsen mufste. Auf eigene Rechnung kauft sich der Holzknecht noch 1 Mafsl gedörrtes Obst, sicherlich nicht einer Leckerei wegen, denn er vermehrt damit in seiner Speise das Quantum der arbeitenden Alkalien; die Holzknechte arbeiten andauernd, aber nicht rasch, sie sind kräftig dabei und muskulös gut entwickelt.

Versuche mit Hunden sind, wie man leicht einsieht, für die Beurtheilung des Nährwerthes der vegetabilischen Nahrungsmittel ohne allen praktischen Werth und eben so wenig läfst sich die Bedeutung des Fleischextractes für die Verbesserung der Pflanzennahrung an Carnivoren erproben, denn wir haben bei ihnen kein Mafs für ihre Arbeitsfähigkeit. Auf die Energie der Arbeit des Holzknechts würde die Zugabe des Fleischextractes zu seiner Mehlnahrung einen ganz anderen Einfluſs geäufsert haben.

Der angegebene Speiseverbrauch der Holzknechte im bayerischen Gebirg, der mir aus den zuverlässigsten Quellen zugekommen ist, widerlegt die sehr verbreitete Meinung, dafs diese Leute bei einer Diät, welche vorzugsweise aus Zucker und Speck besteht, anstrengender Arbeitsleistungen fähig sind. Meinungen dieser Art sind wissenschaftlich der Beachtung nicht würdig.

viel wichtiger, häufig viel schwieriger als die Vorgänge, welche im Experiment unser Wille hervorbringt; in der ersteren spiegelt sich immer die Wirklichkeit, in dem Experimente unsere unvollkommenen Begriffe ab.

Ich erinnere mich, vor Jahren auf einem Spaziergang auf dem Wege von Berchtesgaden an den Königssee durch eine sehr einfache Beobachtung zum Abschlufs über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen gelangt zu sein. Ueber die Quelle desselben herrschte damals eine grofse Verwirrung, und es war schwer, über den Humus hinauszukommen. An dem erwähnten Wege ist der Beweis, dafs der Kohlenstoff der Pflanze nur von Kohlensäure stammen kann, von der Natur selbst gegeben. Man sieht dort von dem umgebenden Gebirge herabgestürzte Felsstücke mit Bäumen von 30 bis 40 Fufs Höhe bewachsen, deren Wurzeln in die feinen Felsenspalten eingeklammert, nur mit Moos und kaum mit einer ein paar Linien hohen Schicht Erde bedeckt sind, die sich durch den Staub darauf angesammelt hat. Von einer Zufuhr von Kohlenstoff durch Humus konnte bei dieser Vegetation keine Rede sein.

An Thatsachen ähnlicher Art, in welchen sich die Ernährungsgesetze offenbaren, fehlt es nicht; man mufs nur den guten Willen, sie zu sehen, haben.

Es scheint mir beinahe undenkbar zu sein, dafs der hohe Werth, den die französische Familie auf ihren Pot-au-feu legt, auf einer blofsen Einbildung beruht, dafs einer der ausgezeichnetsten Militärärzte in der französischen Armee, Dr. Baudens (s. Une mission médicale dans la Crimé. Revue de deux mondes, Tom. VII, 1857), es wagen würde, zu sagen: „La soupe fait le soldat", wenn er nicht die volle Ueberzeugung von der hohen Wirksamkeit der Fleischbrühsuppe mit den nöthigen vegetabilischen Zugaben hätte, die der französische Soldat häufig dem Fleische vorzieht.

Kann man im Ernste glauben, dafs das enthusiastische Lob, welches zwei der berühmtesten Mitglieder des französischen Instituts dem Fleischextracte als Stärkungsmittel für die verwundeten Soldaten im Felde, 36 Jahre vorher, ehe das Fleischextract ein Handelsartikel war, gezollt haben, auf Einbildung beruhe, und dafs der Ausspruch dieser beiden Männer, von denen der eine, Parmentier, Generalinspector des französischen Medicinalwesens, von dem Ende des siebenjährigen Krieges an alle Revolutionskriege, der andere, Proust, den ganzen spanischen Krieg mitgemacht hatte, nicht auf eine umfassende Erfahrung sich stütze?

Die tägliche Erfahrung giebt zu erkennen, dafs eine Abkochung von Erbsen mit Wasser, Fett und Kochsalz im Ernährungswerthe nicht gleich ist einer mit kräftiger Fleischbrühe und Fett bereiteten Erbsensuppe; die Wirkung beider auf den Menschen, der sie geniefst, in Beziehung auf Empfindung und Arbeitsleistungen ist sehr verschieden und weitaus zu Gunsten der mit Fleischbrühe bereiteten Suppe, und doch sind es nur die extractiven, nicht die Eiweifsbestandtheile des Fleisches, welche diesen Unterschied begründen.

Seit meiner Untersuchung des Fleisches i. J. 1847 habe ich mich unablässig bemüht, 16 Jahre ohne allen Erfolg und ohne irgend einen Gedanken, einen persönlichen Nutzen davon zu ziehen, den Fleischüberflufs Südamerika's und der Colonieen in der Form von Fleischextract für die europäischen Bevölkerungen nutzbar zu machen, und es ist denn doch eine höchst sonderbare Erscheinung, dafs jetzt, wo meine Wünsche sich verwirklicht haben, und nicht während der 20 vorangegangenen Jahre, die Wirkung der Fleischbrühe, von manchen Aerzten, sogar in Frage gestellt und bestritten wird, wie wenn es ein neues, nie-dagewesenes Ding wäre. Aber es giebt immer Menschen, die es nicht ver-

zeihen können, wenn ein Anderer der Menschheit etwas Gutes erzeigt, und die es ganz in der Ordnung finden, dafs der, welcher es bietet, gestraft, und dafs es dem Empfänger verleidet werden mufs.

Es ist diefs freilich eine alte Erfahrung. „An mir", sagt Göthe (s. Eckermann, Gespräche mit Göthe, Bd. I, S. 76), „sollte sich das Wort eines Weisen bewähren, dafs wenn man der Welt etwas zu Liebe gethan, so wisse sie schon dafür zu sorgen, dafs man es nicht zum Zweitenmale thue."

Um die Suppentafeln (tablettes de bouillon), die seit einem halben Jahrhundert im Handel sind und Fleischextract sein sollten, aber nur aus Leim bestehen, hat sich niemals ein Arzt bekümmert.

Der Fortschritt in der Ernährungslehre, in der Pathologie und Therapie scheint mir zunächst von der Bekanntschaft und der Anwendung der Grundgesetze der Mechanik abhängig zu sein, welche die Bewegung und Arbeit in der ganzen Natur und so auch im thierischen Organismus beherrschen.

Das gröfste Hindernifs für die Beurtheilung und Einsicht in die Thätigkeiten der thierischen Maschine ist die stete Verwechselung der physiologischen Empfindung von Kraft mit der wirklichen Kraft.

Einer der ausgezeichnetsten Forscher im Gebiete der Medicin meint, „dafs die genossene Nahrung schon viel früher stärkt und kräftigt, ehe die eigentliche Verdauung wirklich vor sich gegangen ist, und dafs eine sehr geringe Aufnahme von Stoffen in das Blut allein schon einen genügenden Reiz gebe, um die Ermüdungszustände zu überwinden und zu mildern; daraus erkläre es sich, dafs ein Trunk frischen, kalten Wassers, ein Schluck Wein, Bier oder Schnaps vorübergehend als ein eben so kräftiges, ja sogar als ein kräftigeres Mittel erscheint, wie ein Stück Rindsbraten."

Richtig ist, dafs schon der Geruch des Bratens die Er-

müdung vergessen macht, aber uns glauben zu machen, dafs „Durst“ und „Hunger“ einerlei Zustände sind, diefs scheint denn doch zu weit zu gehen. Ein Trunk frisches, kaltes Wasser beim *Durst* ist ganz gewifs ein „kräftigeres“ Stärkungsmittel als Rindsbraten, und Rindsbraten beim *Hunger* ein „kräftigeres“ Stärkungsmittel als ein Glas Wasser. Schnaps und Wein erregen, aber sie stärken nicht; eine Peitsche würde dieselbe Wirkung haben. Es mag vorkommen, dafs ein Arbeiter unmittelbar nach dem Mahle wieder arbeiten mufs, aber freiwillig thut er es nicht; die Regel ist, dafs er nach seiner Mahlzeit eine Stunde ruhen mufs und erst nach mehreren Stunden einer intensiven Arbeitsleitung wieder fähig ist.

Empfindung und Arbeit sind grundverschiedene Dinge, und es mag noch lange dauern, ehe dem Geiste der Physiologen ihre scharfe Sonderung gelingt.

Die Pflanze ist ein Magazin von Sonnenkraft, die sich in ihren Theilen während ihrer Entwickelung gesammelt hat, und diese in den Nährstoffen der Thiere aufgespeicherte Kraft kommt im Thierleibe wieder zur Aeufserung, und es sind ihre mannigfaltigen Wirkungen, welche alle Erscheinungen des thierischen Lebens in sich einschliefsen und bedingen; die Ermittelung ihrer Gesetze sollte vor allem Anderen die Forschung beschäftigen.

In einer zusammengesetzten Maschine kommt es täglich vor, dafs durch den Gang der Maschine selbst, Störungen in der zu leistenden Arbeit entstehen; die Treibriemen verlängern sich oder eine Schraube wird lose, oder es entstehen an gewissen Theilen durch Reibung Verluste an Kraft, und so sehen wir denn in den grofsen industriellen Werkstätten Englands einen Mann unablässig beschäftigt, die vorhandenen Ursachen von Störungen aufzufinden und durch die ihm zu Gebote gestellten Mittel auszugleichen. Andere haben die

Aufgabe, die Maschinentheile in ihrem regelrechten Zusammenhange zu erhalten, die vorkommenden Ungleichheiten zu beseitigen, und alles diefs zu dem Zwecke, um der erzeugten Kraft die volle Wirkung in der Production zu sichern.

Es ist diefs ein sehr schwaches, kaum zutreffendes Bild für die Aufgaben, in die sich der Arzt und Chirurg in der Behandlung der unendlich zusammengesetzteren menschlichen Maschine theilen; aber ihr letztes Ziel ist immer, sie im regelrechten Gange und Zustande zu erhalten, so dafs von der in ihr erzeugten Kraft ein Maximum zur geistigen und materiellen äufseren Arbeit übrig bleibt.

Ich habe bereits die sehr bemerkenswerthe Thatsache erwähnt, dafs bei Fütterung eines Hundes mit einer Mischung von Fett und Fleisch, und zwar mit mehr Fleisch, als der Hund für seinen inneren Haushalt bedarf, der Ueberschufs des Fleisches, der im Körper nicht angesetzt wird, dem Umsatz verfällt, und dafs das beigegebene Fett dessen Zerstörung nicht hindert.

Diese Thatsache beweist das Vorhandensein einer Ursache im Körper, welche der Anhäufung der zum Fleischansatz nicht verwendbaren Blutbestandtheile eine ganz bestimmte Grenze setzt, und es dürften die Untersuchungen der Physiologen die Frage zu entscheiden haben, ob diese Ursache direct auf die colloïdalen Blutalbuminate wirkt, oder ob ihre Wirkung sich auf die in den Kreislauf übergegangenen Fleischbestandtheile, bevor sie den colloïdalen Zustand angenommen haben, beschränkt. Mit dem Verhalten der Thiere im Hungerzustand läfst sich kaum die Ansicht vereinigen, dafs die eben gedachte Ursache eine directe Wirkung auf die Blutalbuminate als solche hat.

Nach Allem, was wir über die Vorgänge im Muskel wissen, ist der Harnstoff kein Product der Muskelbestandtheile im Muskel selbst, und es gewinnt die Frage nach sei-

nem Ursprunge und in welchem Theile des Körpers er gebildet wird, ein hohes Interesse.

Stockvis und Heinsius haben in der Leber der Säugethiere Harnstoff gefunden und die Meinung ausgesprochen, dafs er in der Leber selbst aus Harnsäure gebildet werde; die Thatsache des Vorkommens des Harnstoffs in der Leber ist in einer umfassenden Untersuchung von Meifsner bewiesen worden.

Zur Beurtheilung der Vorgänge in der Leber, als des mächtigsten Spaltungsapparates in dem Körper der höheren Thierklassen, mufs die merkwürdige (S. 157 erwähnte) Beobachtung der Bildung der Galle von Schmulewitsch in Betracht gezogen werden. Harnsäure und die Gallensäuren sind stickstoffhaltige Verbindungen und müssen als Derivate des Albumins angesehen werden, eben so die Hippursäure, Kreatin, Glycocoll u. s. w.; in der Leber bildet sich ferner Zucker.

Vom chemischen Standpunkte aus, der hier allein in Frage kommen kann, ergeben sich bei der Vergleichung der Zusammensetzung des Blutalbumins, der Gallensäuren und der anderen stickstoffhaltigen Producte einige ganz interessante Beziehungen dieser Stoffe zu einander und zum Blutalbumin; als rein berechnete Verhältnisse haben sie keinen reellen Werth, sie können aber für Fragestellungen immerhin einigen Nutzen haben.

Fügt man der Formel, die ich in meinen chemischen Briefen (Bd. II, S. 156) für das Blutalbumin angenommen habe, 20 Aeq. Sauerstoff zu, so hat man darinnen geradeauf die Elemente von 12 At. Harnsäure, 2 At. Cholsäure, 1 At. Choleïnsäure und 14 At. Wasser.

Blutalbumin + 20 Sauerstoff = $S_2N_{27}C_{216}H_{169}O_{68}$ =

12 Harnsäure *Choleïnsäure* *2 Cholsäure*

$N_{24}C_{60}H_{24}O_{36}$ + $NC_{52}H_{40}O_{14}S_2$ + $N_2C_{104}H_{86}O_{24}$ + 14 HO.

In gleicher Weise enthält die Cholsäure die Elemente der Hippursäure, Margarinsäure und eines Kohlehydrates; bei Hinzufügung von 2 Aeq. Sauerstoff zu 2 Choleïnsäure hat man die Elemente von Cystin, Cholesterin, Margarin und Kohlensäure.

Aus Cholsäure kann beim Hinzutreten von 4 Aeq. Wasser, Leucin, Oelsäure und Kohlensäure entstehen.

2 At. Harnsäure + 12 Aeq. Wasser enthalten die Elemente von 2 Glycocoll, 3 Harnstoff und 6 Aeq. Kohlensäure.

4 Aeq. Harnsäure + 22 Aeq. Wasser könnten zerfallen in 2 Kreatin, 5 Harnstoff und 14 Kohlensäure.

Es würde keinen Zweck haben, diese Berechnungen zu vervielfältigen, aber ich halte sie, wie gesagt, nicht für ganz werthlos, weil die Bekanntschaft der *möglichen* Beziehungen die Aufmerksamkeit auf die *wirklichen* weckt und dazu beitragen kann, das Verständnifs der normalen und pathologischen Vorgänge anzubahnen und zu erleichtern; das Vorkommen von Cystin im Harn erinnert in den obigen Formeln unwillkürlich an die Bildung von Cholesterin und umgekehrt, die des Leucins an Oelsäure u. s. w.

In der neueren Zeit haben sich mehrere Physiologen mit der Frage über den Ursprung des Fettes im Thierkörper beschäftigt.

Das Fett ist ein stickstofffreier Körper und ich glaubte, dafs seine Bildung mit den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung in Beziehung stehen müsse, ohne die Möglichkeit seiner Erzeugung aus den Albuminaten zu läugnen.

Nach den Untersuchungen von Voit scheint es dagegen als ziemlich ausgemacht angesehen werden zu müssen, dafs das Fett ein Spaltungsproduct der Albuminate ist, und er hält es sogar für wahrscheinlich, dafs der Milchzucker in der Milch in Folge einer Oxydation aus dem Fette entstehe, so

dafs beide, Fett und Milchzucker, von den Albuminaten der Nahrung abzuleiten seien.

Die von Voit angestellte Untersuchung über den Ursprung des Fettes und des Milchzuckers in der Milch der Kuh führt aber, wie ich glaube, für dieses Thier zu ganz entgegengesetzten Schlüssen, und es dürfte nicht ohne Interesse sein, die Grundlage seiner Versuche und Betrachtungen einer genaueren Prüfung zu unterwerfen.

Den wichtigsten Beweis, welchen Voit für die Wahrscheinlichkeit der Fettbildung aus Albuminaten geltend macht, stützt er auf einige mit v. Pettenkofer gemeinschaftlich angestellte Versuche, durch welche er dargethan glaubt, dafs in dem Leibe eines mit Fleisch gefütterten Hundes Fett aus Fleisch gebildet werde oder gebildet werden könne.

In der Bilanz der Einnahme an Kohlenstoff im verfütterten Fleisch und der Ausgabe in der Kohlensäure, dem Harn und Koth ergab sich ein Deficit in der Ausgabe von 3,8 Grm. Kohlenstoff, und die Erwägung, was aus diesem Kohlenstoff geworden sein könne, macht ihn geneigt zu glauben, dafs er in Fett übergegangen und in dieser Form im Körper des Hundes zurückgeblieben sei.

Obwohl die beobachtete Differenz von 3,8 Grm. sehr klein ist, so hält es Voit nicht für glaubwürdig, dafs sie auf einem Versuchsfehler beruhen könne.

Bei der näheren Kenntnifsnahme der in Rechnung genommenen Ergebnisse fällt zunächst in die Augen, dafs die tägliche Ausgabe an Harnstoff zwischen 100,41 und 115,02 Grm. Harnstoff und eben so die Kothmenge um 18,1 Grm. bis 53,6 Grm. Koth schwankt.

Die Kohlenstoffmenge des Harns ist berechnet aus dem Mittel von 10, die des Kothes aus dem Mittel von 7 Versuchen; dagegen sind nur *drei* Respirationsversuche für die Bestimmung

des Kohlenstoffs in der ausgegebenen Kohlensäure in Rechnung genommen.

Es scheint mir darin ein, wenn auch kleiner Fehler zu liegen, denn eine richtige Bilanz konnte nur dann erwartet werden, wenn die Ausgabe an Kohlenstoff im Harn und Koth sich auf die nämlichen Tage bezöge, an welchen der Kohlenstoff der ausgeathmeten Kohlensäure bestimmt worden ist; aber an diesen Tagen liefs der Hund keinen Koth, und so können denn die angegebenen Zahlen nur Schätzungen sein, die bei der so kleinen Differenz von 3,8 Grm. Kohlenstoff bewundernswürdig genau sind, aber für absolut genau, um damit eine Theorie der Fettbildung begründen zu dürfen, wird sie wohl Niemand ansehen, der mit Versuchen dieser Art näher vertraut ist.

Wenn man aber auch die Richtigkeit des Deficits nicht bestreiten wollte, so verliert der Schlufs Voit's, dafs die in der Ausgabe fehlenden 3,8 Grm. Kohlenstoff in Fett übergegangen seien, alles Gewicht, weil er vergafs, dafs das Fleisch, welches er verfütterte, eine gewisse Menge Fett enthielt. In seinen früheren mit Bischoff angestellten Versuchen sagt er: „das Fleisch war gutes frisches Kuhfleisch, jederzeit *sehr sorgfältig* von Fett, Knochen u. s. w. rein präparirt. Verschiedene Analysen zeigten, dafs dasselbe im Durchschnitte höchstens noch 1 pC. Fett enthielt.“ (Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. S. 56.)

Ich habe in einem sehr mageren Stück Kuhfleisch, welches von Herrn Prof. Bischoff für diesen Zweck ausgewählt worden war, das Fett (durch Auflösung des Fleisches in Salzsäure) bestimmt und $^1/_3$ pC. daraus erhalten.

Beachtet man nun, dafs in Voit's und v. Pettenkofer's Versuchen der Hund täglich mit 1500 Grm. Fleisch gefüttert wurde, so macht, wenn man $^1/_3$ pC. Fett darin annimmt, dieser Fettgehalt täglich 5 Grm. Fett aus, und wenn

die beobachtete Differenz von 3,8 Grm. Kohlenstoff, genau entsprechend 5 Grm. Fett, thatsächlich bestand, so ist es denn doch unendlich wahrscheinlicher, dafs diese in dem Fleische empfangenen 5 Grm. Fett im Körper des Hundes einfach zurückgeblieben sind, als anzunehmen, dafs die genossenen 5 Grm. Fett in der Nahrung zur Respiration verwendet, und andere 5 Grm. Fett aus den Albuminaten des Fleisches erzeugt worden seien. Mit den ökonomischen Gesetzen im Thierleibe läfst sich eine solche Annahme nicht vereinigen.

Voit hat ferner unbeachtet gelassen, dafs in seinen früheren mit Bischoff angestellten Versuchen (a. a. O. S. 79) ein Hund mit 300 Grm. mehr Fleisch, nämlich mit 1800 Grm. Fleisch gefüttert, in 7 Tagen an seinem Körpergewichte beinahe ein halbes Pfund (230 Grm.) verloren hat.

Diefs spricht eben so wenig wie die neueren Versuche von Voit für eine Fettbildung aus Fleisch im Körper eines Carnivoren. Man könnte freilich sagen, dafs der Gewichtsverlust eines Thieres bei Fleischfütterung, die Bildung von Fett aus Fleisch nicht geradezu widerlege, denn das Fett müsse eine gewisse Menge Wasser verdrängen und davon könne die Gewichtsabnahme herrühren; aber ein solcher Einwurf kann doch nur dann einige Bedeutung haben, wenn die Fettbildung aus Fleisch zweifellos bewiesen wäre, was sie nicht ist.

In Voit's Untersuchung erkennt man denselben Fehler, den Pasteur beging, als er aus dem Verlust in seiner Bestimmung des Ammoniaks in Gährmischungen, dessen Quelle ihm unbekannt war, eine positive Thatsache erschlofs, was in der Naturforschung nicht zulässig ist.

Als Argumente in der Fettbildungsfrage wird man, wie aus obigen Betrachtungen sich ergiebt, Voit's Versuche mit dem Hunde fernerhin nicht mehr gelten lassen können.

Was die Versuche Voit's mit der Milchkuh betrifft, so bewegen sich seine Auseinandersetzungen ganz wie in Thomson's Untersuchung um die irrige Vorstellung, dafs eine an Albuminaten reiche Nahrung auf die Butterbildung Einflufs habe und dieselbe vermehre, während die vorhandenen Erfahrungen nur dafür sprechen, dafs das *Kraftfutter* den *Milchertrag* vermehrt.

Die in dieser Richtung von Kühn angestellten Versuche zeigen, dafs die Zusammensetzung der Kuhmilch bei verschiedenen Thieren und Futtermischungen sehr constant ist; sie weicht im Wassergehalte, aber in längeren Versuchsperioden kaum in den relativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile ab; „bei dem Butterfette zeigten sich nächst dem Zucker die gröfsten Differenzen. Das Mittel aller Thiere beträgt 0,09 pC. zu Gunsten der um 17 bis 18 pC. höheren Fütterung" (Landwirth. Versuchs-Station ed. Dr. Nobbe, Bd. XII, S. 154, 1869). Diefs ist eine aufserordentlich kleine Differenz.

Es ist klar, dafs man nur dann von einem Einflusse der Albuminate auf den Butterertrag sprechen könnte, wenn durch den Zusatz von Albuminaten zum Futter der Buttergehalt der Milch bemerklich und dauernd gestiegen wäre, während die Beobachtung nichts anderes ergiebt, als dafs der Milchertrag bei Zusatz von Mehl zum Heu zunimmt.

Der Schlufs, zu welchem Voit gelangt, ist folgender; er sagt: „Was unsere Hauptfrage betrifft, so ergiebt sich, dafs im Ganzen die Kuh von dem Futter 1658 Grm. Fett in den Kreislauf aufgenommen hatte (vier Fünftel von dem Fett, welches die Milch enthielt); die im Harn enthaltenen 562,35 Grm. Stickstoff entsprechen 3602 Grm. Eiweifs, welche nach unseren Betrachtungen liefern 1851 Grm. Fett (100 Eiweifs = 51 Fett)."

„Wir haben also im Ganzen von der Nahrung und dem Eiweifs 3509 Grm. Fett zur Verfügung. Die Milch enthält aber nur 2024 Grm. Fett; es bleiben sonach 1485 Grm. Fett übrig, welche zur Bildung des Milchzuckers nahezu ausreichend sind, so zwar, dafs man wenigstens für den obigen Fall die Kohlenhydrate keinesfalls für das (fehlende Fünftel) Fett und wahrscheinlich auch nicht für den Milchzucker zu Hülfe zu nehmen braucht.“

Diese Rechnung ist so klar wie möglich : *alles* Eiweifs des Futters, welches in den Kreislauf übergeht, setzt sich im Körper der Milchkuh um, in Käsestoff, Harnstoff, Kohlensäure und Fett *); was in der Milch an Fett vom Futter fehlt, liefert das Eiweifs, und der Rest von Fett, welcher übrig bleibt, verwandelt sich in Milchzucker.

Der Richtigkeit dieser Rechnung stehen aber sehr gewichtige Bedenken entgegen.

Es ist zunächst eine ganz festgestellte Thatsache, dafs ein Thier im Beharrungszustand einer gewissen Quantität von Albuminaten und stickstofffreien Stoffen für die Unterhaltung seiner inneren Arbeiten bedarf; der Stickstoff der Albuminate tritt im Harn und Koth, im ersteren als Harnstoff und Hippursäure u. s. w. aus.

Eine Kuh, welche Milch producirt, bedarf einer gröfseren Menge Futter und darin ein ähnliches Verhältnifs von Albuminaten, wie ein arbeitender Ochs (für 100 ℔ Lebensgewicht 0,23 ℔ Albuminate und 1,25 bis 1,4 ℔ stickstofffreie Stoffe, Settegast); bei beiden Thieren ist die aufgenommene Stickstoffmenge gleich, bei der Kuh geht ein Theil des Stickstoffs in die Milch als Käsestoff über, der Rest ist im Harn und Koth. Zieht man von dem Stickstoff im Harn des Ochsen

*) 100 Eiweifs + 12,3 Wasser = 33,5 Harnstoff, 27,4 Kohlensäure und 51,39 Fett (Henneberg, Voit).

den Stickstoff ab, den die Milch der Milchkuh enthält, so ist der Rest des Stickstoffs in dem Harn beider Thiere gleich. Das Gewicht beider Thiere bleibt unverändert, und es ist klar, dafs das Albuminat, welches in der Milchkuh zu Käsestoff wird, in dem Körper des Ochsen zur Arbeit verbraucht wurde. Die secernirte Stickstoffmenge ist im Ganzen gleich, aber die im Harn des Ochsen ist gröfser.

Wenn demnach, wie Voit meint, *alles* Eiweifs, welches dem Stickstoff im Harn entspricht, sich mit Hinzuziehung von Wasser und Fett aus dem Futter, im Körper der Kuh in Harnstoff, Kohlensäure und Milch umgesetzt hätte, ähnlich etwa wie in einer Mühle das Korn in Kleie und Mehl zerfällt, so bleibt kein Eiweifs für den Haushalt des Thieres übrig. Dieſs führt selbstverständlich zu der Annahme, dafs die Kuh lediglich auf Kosten der stickstofffreien Bestandtheile des Futters gelebt und ihre innere Arbeit damit bestritten habe.

Nimmt man dagegen an, dafs das dem Stickstoff im Harn entsprechende Eiweifs, zur inneren Arbeit und Ersatz der im Stoffwechsel ausgetretenen Körpersubstanz gedient habe, so würde daraus folgen, dafs die Producte des Stoffwechsels zur Milcherzeugung verwendet worden wären und dafs 85 pC. dieser Producte aus Harnstoff und Fett bestanden hätten!

Fragen wir nun nach den zwingenden Gründen, die uns, mit Ausschliefsung von Allem, was wir von den Producten des Stoffwechsels wissen, veranlassen könnten, Schlüsse dieser Art als wahr gelten zu lassen, so giebt uns Voit in seiner Abhandlung (S. 116) die folgende Antwort: „Da ich vor der Hand nichts Besseres weifs, so lasse ich aus 100 Eiweifs 33,5 Harnstoff und 51,4 Fett entstehen.“ Dieſs ist die eigentliche Grundlage von Voit's Milchbildungstheorie und aller seiner Rechnungen; eine rein erdachte Spaltung des Eiweifses in Fett und Harnstoff, in Verhältnissen, wie sie für seine

Rechnung passen und lediglich gemacht, um an der Stelle von mangelnden Thatsachen einer eingebildeten Erklärung zur Grundlage zu dienen. Damit in Uebereinstimmung steht denn sein Verfahren, die vorhandenen Thatsachen über die Milchbildung seinen Ansichten anzupassen; in seiner Hand sind sie wie Wachs, dem man durch Kneten die gewünschte Form giebt.

In der Naturforschung überzeugt man mit einem solchen Verfahren Niemand; es ist stets ein Merkzeichen, dafs es an Thatsachen fehlt, die von selbst sprechen.

Mit allen diesen zahlreichen, unendlich mühsamen Analysen und Arbeiten ist man in Beziehung auf den Ursprung des Fettes und Milchzuckers in der Milch der Kuh um keinen Schritt weiter gekommen, und zwar, wie ich glaube, darum nicht, weil die Frage nicht richtig gestellt gewesen ist; man darf sich nur denken, dafs Voit zu seinen Versuchen eine andere Kuh gewählt hätte, welche anstatt viel Milch wenig Milch gab, so würde seine Rechnung höchstwahrscheinlich sehr viel günstiger noch für seine Theorie ausgefallen sein; es hätte sein können, dafs die secernirte Harnstoffmenge, bei dieser Kuh, eben so grofs ausgefallen wäre, wie bei seiner Versuchskuh, und er hätte dann beim Umrechnen des Harnstoffs in Eiweifs, Eiweifs genug zur Verfügung gehabt, um *alle* Bestandtheile der producirten kleineren Menge Milch, den Käsestoff, das Butterfett und den Milchzucker zusammen zu decken, so zwar, dafs er gar nicht genöthigt gewesen wäre, das Fett des Futters an der Milchbildung zu betheiligen. Man versteht, dafs die Entscheidung der Frage, wie sie Voit stellte, stets zum Vortheil seiner vorgefafsten Ansicht ausfallen mufste; je ungünstiger die Verhältnisse waren, desto besser mufste die Rechnung passen.

In der Behandlung physiologischer Aufgaben bemerkt man nur allzuoft den Mangel jener strengen Methode, die

nicht erlaubt, Thatsachen zu Schlüssen zu gebrauchen, bevor ihre Berechtigung hierzu vollkommen festgestellt ist; so z. B. rechnet Voit den Stickstoff im Harn seiner Versuchskuh geradeauf in Eiweifs um, obwohl er weifs, dafs ein beträchtlicher Bruchtheil dieses Stickstoffs nicht dem Harnstoff, sondern der Hippursäure angehört, welche auf die gleiche Menge Stickstoff achtzehnmal mehr Kohlenstoff enthält, der dann in der Berechnung als Fett figurirt; er beruft sich hierbei auf Meifsner, welcher aus seinen Versuchen folgern zu können glaubt, dafs das stickstofffreie Spaltungsproduct der Hippursäure, von stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung abgeleitet werden müsse; aber die von Meifsner ermittelten Thatsachen sind einer ganz anderen Auslegung fähig, zudem wissen wir, dafs Benzoësäure und Bittermandelöl constante Oxydationsproducte der Albuminate sind.

Die Erzeugung der Benzoësäure aus den stickstofffreien Bestandtheilen des Heu's scheint mir sehr viel schwieriger zu erklären, als die der Margarinsäure aus Kohlehydraten; doch diefs sind Dinge, die mit der vorliegenden Frage in keiner Verbindung stehen.

Die Erfahrungen im Gebiete der Gährungschemie beweisen, dafs sich aus Zucker Alkohole erzeugen lassen, die wie der Aethylalkohol und Amylalkohol manche Eigenschaften mit den Fetten gemein haben, und die Meinung, dafs in organischen Processen Alkohole einer höheren Ordnung aus stickstofffreien Materien und daraus die entsprechenden Säuren entstehen könnten, kann man geradezu nicht als ungereimt ansehen; dafs aus Milchsäure Buttersäure entsteht, ist bekannt genug.

Es ist neuerdings behauptet worden, dafs man mit dem Mikroscope die Umwandlung des Plasma der Zellen der Milchdrüse in Fett sehen könne, insofern mit ihrem Zerfallen Fett in der Form von Milchkörperchen auftrete; aber Voit's Ver-

suche scheinen mir gerade in dieser Beziehung einer Umwandlung eines stickstoffhaltigen Bestandtheils der Milchdrüsenzellen in Fett nicht günstig zu sein, da er zu der Annahme genöthigt ist, dafs mindestens $^4/_5$ des Fettes der Kuhmilch von dem Futter geliefert worden sein mufste.

Das Butterfett enthält bekanntlich einige Glycerinverbindungen von flüchtigen Säuren, Buttersäure, Capryl-, Capronsäure, welche vom Zucker oder Milchsäure ganz gut abgeleitet werden können.

Die Fettbildungsfrage scheint mir durch Versuche mit Pflanzenfressern nicht entscheidbar zu sein; was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, dafs bei diesen Thieren Albuminate und Kohlenhydrate zusammenwirken müssen, um Fett zu erzeugen; ob aber das stickstofffreie Spaltungsproduct, welches zu Fett wird, von dem Eiweifs oder den Kohlenhydraten stammt, diefs mit Bestimmtheit auszumitteln halte ich nicht leicht für möglich.

In Untersuchungen dieser Art sollte man, wie ich glaube, die Natur der Thiere in Rechnung nehmen und nicht ohne Weiteres voraussetzen, dafs die Vorgänge in einem Pflanzenfresser die gleichen sind, wie die in dem Körper eines Fleischfressers.

Eine ganze Anzahl von Beobachtungen scheinen zu beweisen, dafs in pathologischen Processen Fett aus stickstoffhaltigen Gebilden entsteht, und so halte ich es für wahrscheinlich, dafs in dem Körper von säugenden Carnivoren das Eiweifs an der Bildung von Fett und Milchzucker betheiligt ist, unter Umständen vielleicht auch in dem Körper eines Pflanzenfressers. Ein chemischer Grund gegen eine solche Ansicht besteht wenigstens nicht.

Ich habe bereits erwähnt, dafs die Cholsäure, ein Spaltungsproduct des Eiweifses, geradeauf die Elemente der Hippursäure, Margarinsäure und von einem Kohlehydrat enthält:

Cholsäure = *Hippursäure* + *Margarinsäure* + *Kohlehydrat*
$NC_{52}H_{43}O_{12} = NC_{18}H_9O_6 + C_{28}H_{32}O_4 + C_2H_2O_2$

und ebenso enthält ein anderes Spaltungsproduct des Eiweifses, das Glycocoll, die Elemente von Harnstoff und Zucker :

2 Glycocoll = *Harnstoff* + *Zucker*
$N_2C_8H_{10}O_8 = C_2N_2H_4O_2 + C_6H_6O_6$.

In chemischer Beziehung läfst sich hiernach die Entstehung des Milchzuckers und von einem Theil des Fettes in der Milch säugender Carnivoren aus Eiweifs rechtfertigen.

Glycocoll ist durch die Bildung von Hippursäure aus Benzoësäure im Körper der Thiere dargethan, und seine Gegenwart läfst glauben, dafs es für gewisse Zwecke im Organismus dient.

Die Thatsache, dafs beim Menschen bei vorwaltender Fleischnahrung der Fettgehalt im Körper abnimmt, ist kein Beweis gegen die Ansicht, dafs sich Fett aus Albuminaten bilden könne.

Man hat zu ihrer Erklärung angenommen, dafs durch einen Ueberschufs von Eiweifskörpern in der Nahrung die Anzahl der Blutkörperchen und durch diese die Sauerstoffaufnahme in das Blut sich vermehre, wodurch die Oxydation im Inneren insbesondere die des Fettes, verstärkt werde; allein die Sauerstoffaufnahme ist lediglich abhängig von der Schnelligkeit, mit welcher Luft und Blut in den Athmungsorganen mit einander in Berührung kommen; in den höheren Thierclassen steht sie im Verhältnifs zu der Anzahl der Herzschläge und Athemzüge in einer gegebenen Zeit, und sie ist nicht einmal abhängig von dem Sauerstoffquantum in dem eingeathmeten Luftvolum.

In zusammengeprefster Luft nimmt die Anzahl der Athemzüge ab, in verdünnter nimmt sie zu; die ausgeschiedene Kohlensäuremenge und Temperatur des Blutes bleibt sich mit geringen Schwankungen in beiden Fällen gleich. Beim Be-

steigen des Montblanc beobachtete Lortet, dafs seine Herzschläge von Chamouny aus bis zur Spitze von 80 bis auf 136, die Athemzüge bis auf 35 stiegen; die Temperatur nahm beim Steigen ab, blieb aber nach dem Ausruhen in denselben Höhen constant (36,5° C.).

Die Abnahme des im Körper angesammelten Fettes bei vorwiegendem Fleischgenufs erklärt sich leicht aus dem geringen Respirationswerthe des Fleisches, gegenüber dem des Fettes und der Kohlenhydrate.

Ein 34 Kilogrm. schwerer Hund bedarf, um auf seinem Gewichte zu bleiben, täglich einer Fütterung mit 3 Pfd. = 1500 Grm. Fleisch, und man versteht, dafs ein doppelt so schwerer Mensch, dem es so gut wie unmöglich fällt, mit sehr wenig Brod drei Pfund Fleisch täglich zu verzehren, für seinen Respirationsbedarf damit nicht auskommt. Ein arbeitender Mann verzehrt nämlich im Zustand normaler Ernährung nach Voit täglich 137 Grm. Albuminate = 549 Grm. Fleisch, ferner 117 Grm. Fett und 352 Grm. Kohlehydrat. Zieht man mithin von 1500 Grm. Fleisch obige 549 Grm. Fleisch ab, so bleiben zum Ersatz des Fettes und Stärkmehls 951 Grm. Fleisch, welche kaum hinreichen, um das Stärkmehl zu decken (97,2 Th. Stärkmehl = 309,7 Th. Fleisch); nimmt man nun an, der Mann habe im Ganzen 1500 Grm. Fleisch verzehrt, so ist es klar, dafs sein Körper die fehlenden 117 Grm. Fett zuschiefsen mufs. Hieraus erklärt sich genügend die Abmagerung.

An allen Vorgängen im thierischen Körper, an der Verdauung, Blutbildung, dem Athmungsprocefs und dem Stoffwechsel nehmen die unorganischen Bestandtheile oder die Salze, welche constante Bestandtheile des Blutes, der Muskeln, Gewebe, überhaupt der Organe, und in letzter Form der Nahrung ausmachen, einen sehr wesentlichen, in vielen Fällen einen bestimmenden Antheil; erst durch ihre Mitwirkung

empfangen die Nährstoffe in den Speisen des Menschen und im Futter der Thiere die Fähigkeit, zur Unterhaltung der organischen Processe zu dienen, und sie sollten demnach stets bei der Erklärung derselben mit in Rechnung gezogen werden.

Bei dem Umfang, den diese Abhandlungen bereits genommen haben, würde aber ein näheres Eingehen auf die chemischen Beziehungen der Salze zu den organischen Processen weitaus das mir gesteckte Ziel überschreiten, und ich mufs mir darum vorbehalten, bei einer späteren Gelegenheit darauf zurückzukommen.

Druck von Wilhelm Keller in Gieſsen.

Verbesserungen.

Seite 20, Zeile 9 v. oben *anstatt* alkoholischen *setze* alkalischen.
„ 36, „ 19 v. oben *anstatt* 17 *setze* 18.
„ 65, „ 4 v. unten *anstatt* sie sich *setze* sich die Fasern.
„ 74, „ 9 v. oben *anstatt* derselben *setze* der Muskelsubstanz.
„ 81, „ 7 v. oben *anstatt* der Kohlensäure *setze* des Zuckers.
„ 125, „ 3 v. oben *anstatt* Stockvis und Heinsius *setze* Stokvis und Heynsius.

In der **C. F. Winter**'schen Verlagshandlung in Leipzig und Heidelberg ist erschienen:

Annalen der Chemie und Pharmacie. Herausgegeben von Friedrich Wöhler, Justus Liebig und Hermann Kopp. Jahrgang 1870. 8. geh. Preis des aus 12 Heften bestehenden Jahrgangs 7 Thlr.

Die früheren Jahrgänge sind, soweit noch vorräthig, zu sehr ermässigten Preisen durch jede Buchhandlung zu beziehen.

Autoren- und Sachregister zu den Bänden I — CXVI (1832—1860) der Annalen der Chemie und Pharmacie. Bearbeitet von Dr. G. C. Wittstein. 8. geh. Preis 4 Thlr.

Erlenmeyer, Prof. Dr. **Emil, Lehrbuch der organischen Chemie.** Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. Erste und zweite Lieferung. gr. 8. geh. Preis der Lieferung 1 Thlr.

Die dritte und vierte Lieferung (Schluss des Werkes) werden auch sehr bald erscheinen.

Liebig, Justus von, Chemische Briefe. Vierte umgearbeitete und vermehrte Auflage. 2 Bände. 8. geh. Preis 3 Thlr. 24 Ngr. Geb. 4 Thlr. 10 Ngr.

——— **Chemische Briefe.** Wohlfeile Ausgabe. geh. Preis 1 Thlr. 18 Ngr.

——— **Naturwissenschaftliche Briefe über die moderne Landwirthschaft.** Zweiter unveränderter Abdruck. 8. geh. Preis 1 Thlr. 10 Ngr.

Strumpf, Dr. **F. L., Allgemeine Pharmacopöe** nach den neuesten Bestimmungen oder die officinellen Arzneien nach ihrer Erkennung, Bereitung, Wirkung und Verordnung. Zum Handgebrauch für Aerzte und Apotheker. Lex. 8. geh. Preis 6 Thlr. 6 Ngr.

——— **Die Normalgaben der Arzneien** nach dem Unzen- und Grammengewicht zugleich als Repetitorium der Arzneimittellehre. gr. 8. geh. Preis 1 Thlr.

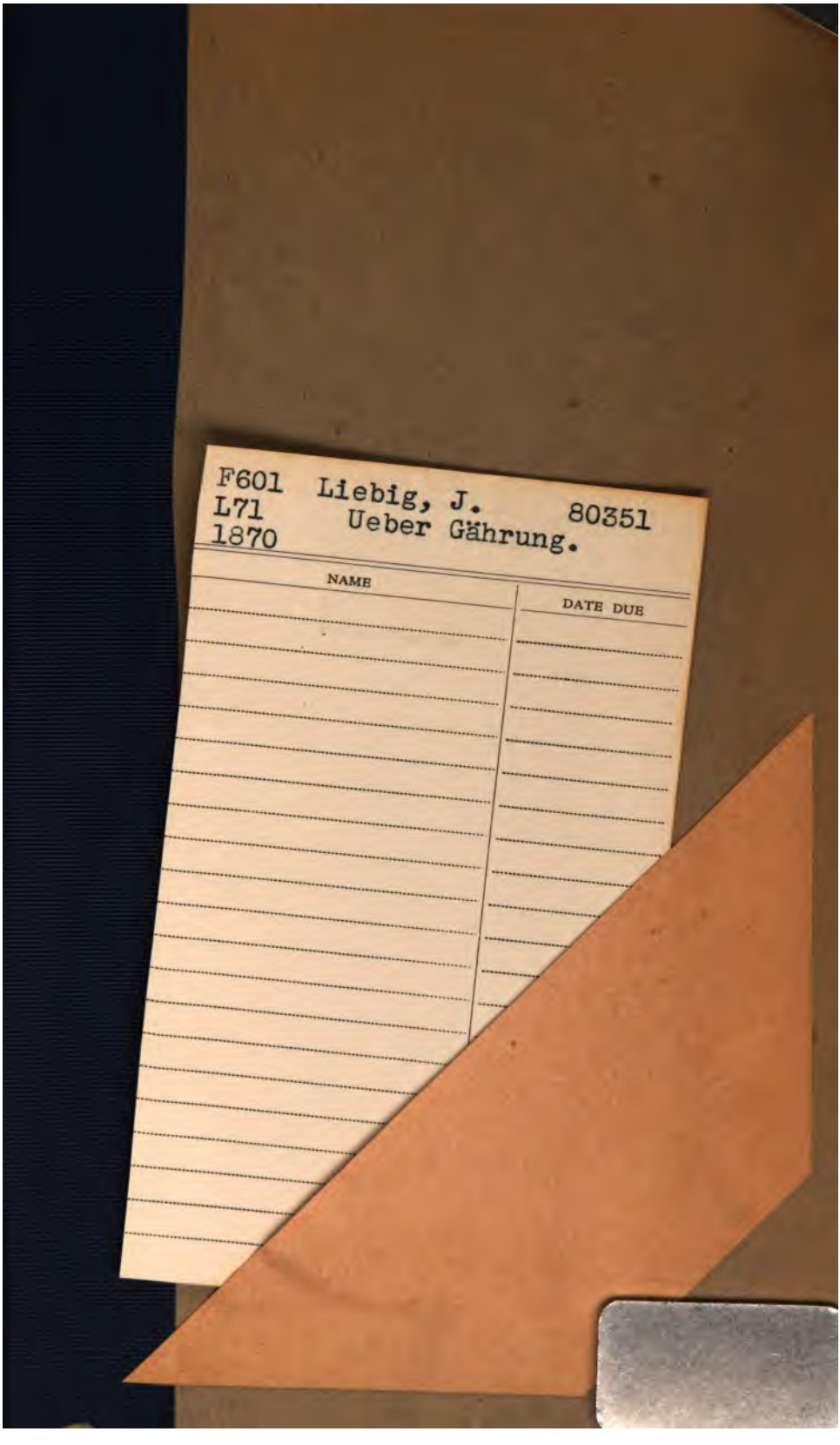
LANE MEDICAL LIBRARY

This book should be returned on or before the date last stamped below.

Seubert, Prof. Dr. **Moritz, Lehrbuch der gesammten Pflanzenkunde.** Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. Preis 2 Thlr.

Seubert, Prof. Dr. **Moritz, Die Pflanzenkunde in populärer Darstellung.** Mit besonderer Berücksichtigung der forstlich-, ökonomisch-, technisch- und medizinisch-wichtigen Pflanzen. Ein Lehrbuch für höhere Unterrichtsanstalten, sowie zum Selbststudium. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten. Fünfte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. geh. Preis 2 Thlr.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.


F601 Liebig, J. 80351
L71 Ueber Gährung.
1870
NAME
DATE DUE